



**Parasite communities and interactions with commercially
important fish species in the western Baltic Sea**

**Parasitengemeinschaften und deren Interaktionen mit
wirtschaftlich bedeutenden Fischarten in der westlichen Ostsee**

Kumulative Dissertation

zur

Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum naturalium (Dr. rer. nat.)

an der Mathematisch- Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Rostock

vorgelegt von

Dipl. Biol. Patrick Unger

Geboren am 16. Februar 1985 in Unna

Rostock, den 28.04.2017

Betreuer:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Harry W. Palm,

Professur für Aquakultur und Sea-Ranching, Universität Rostock

Zweiter Gutachter:

Prof. Dr. Samuel Appelbaum

Jacob Blaustein Institut for Desert Research, Ben-Gurion University, Israel

Datum der Einreichung: 28.04.2017

Datum der Verteidigung: 14.07.2017

Meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

I.	Abkürzungsverzeichnis.....	VI
II.	Abbildungsverzeichnis	VIII
III.	Tabellenverzeichnis	IX
1.	Einleitende Zusammenfassung der Dissertationsschrift.....	1
1.1	Zusammenfassung	1
1.2	Abstract.....	2
1.3	Umfang der Dissertationsschrift.....	4
1.4	Einführung	5
1.4.1	Charakterisierung der Ostsee.....	5
1.4.2	Kurzzvorstellung der untersuchten Fischarten	8
1.4.3	Einführung in die Parasitologie	11
1.4.4	Parasiten als biologische Umweltindikatoren.....	13
1.4.5	Ökologische Parasitologie in der Ostsee	15
1.4.6	Zugrundeliegende Arbeitshypothesen	17
1.5	Diskussion.....	18
1.5.1	Fischparasiten der Ostsee und deren Nutzen als Bioindikatoren	18
1.5.2	Ökologische Parasitologie und Bioindikation	20
1.5.2.1	Charakterisierung der Infra- und Komponentengemeinschaften.....	20
1.5.2.2	Charakterisierung der Verbundgemeinschaft	29
1.5.3	Schlussfolgerungen.....	39
1.5.4	Literaturverzeichnis der einleitenden Zusammenfassung	42
1.5.5	Eigenständigkeitserklärung zu den Kapiteln	53
2	Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) Metazoan parasites from herring (<i>Clupea harengus</i> L.) as biological indicators in the Baltic Sea. Acta Parasitologica, 59 (3), 518–528.	55

3	Unger P, Palm HW (2016) Parasitation of sea trout (<i>Salmo trutta trutta</i> L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. Parasitology Research 115, 1, 165–174.	57
4	Unger P, Palm HW (2017) Parasite risk of maricultured rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. Aquaculture International, 25, 975–989.....	59
5	Unger P, Neubert K, Palm HW (im Druck) Metazoan parasite fauna of migrating common garfish, <i>Belone belone</i> (L.), in the Baltic Sea. Acta Parasitologica.....	61
6	Selbstständigkeitserklärung.....	80
7	Wissenschaftliche Veröffentlichungen.....	81
8	Danksagung	82
9	Anhang	83

I. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AH	Arbeitshypothese
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
Cl.	Cluster
cm	Zentimeter
E	Evenness
e.g.	exempli gratia
F	Freiheitsgrade
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
FM	Finnischer Meerbusen
g	Gramm
Gt	Gigatonne
H	Shannon-Index der Diversität
H ₂ S	Schwefelwasserstoff
indet.	indeterminante (unbestimmt)
IOW	Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde
ITS	Internal transcribed spacer
j	juvenil
Km	Kilometer
L.	Linnaeus
LZ	Lebenszyklus
m	männlich
MBI	Major Baltic Inflow
MDS	Multidimensionale Skalierung
mA	mittlere Abundanz
mI	mittlere Intensität
mio	Millionen
ml	Milliliter
mm	Millimeter
mPSU	mittlerer PSU
MW	Mittelwert
n	Anzahl des Probenumfangs
o.g.	oben genannt
org.	organisch

P	Prävalenz (%)
PSU	practical salinity units (dimensionslose Einheit der Salinität; 1 PSU = 1‰ und 1 g/l)
SD	Standard deviation
s	Sekunde
s.s.	sensu stricto (im engeren Sinne)
t	Tonne
Tab.	Tabelle
TG	Totalgewicht (in g)
vgl.	vergleiche
w	weiblich
z. B.	zum Beispiel
°C	Grad Celsius
%	Prozent

II. Abbildungsverzeichnis

Abb 1. Darstellung des Salz- (A) und Sauerstoffgehaltes (B) der Ostsee im Relief in Abhängigkeit von der Wassertiefe (in m). PSU, Salinitätseinheit, dimensionslos (practical salinity units). (Quelle: Lozan et al. 1996)

Abb 2. Intensität der Salzwassereinbrüche in die Ostsee aus der Nordsee zwischen 1900 und 2016. Dabei beträgt die Einstrommenge in die Ostsee bei intensiven Einstromereignissen $> 100 \text{ km}^3$ und bei schwächeren $< 100 \text{ km}^3$ salzreiches Wasser ($> 17 \text{ PSU}$). (Quelle: BMBF/ Pleul)

Abb.3. Verbreitungsgebiete der einzelnen Bestände des nordatlantischen Herings. Verändert nach von Dorrien et al. (2013).

Abb.4. Boxplotdiagramme der mittleren Artenzahl und Salinität an den sechs Untersuchungsstandorten in der Ostsee. 1, Kieler Bucht (D); 2, Rügen (D); 3, Polen; 4, Litauen; 5, FM Estland; 6, FM Finnland.

Abb. 5. Dendrogramm der Verbundgemeinschaft anhand der Clusteranalyse der Parasitengemeinschaften der Ostseefische.

Abb. 6. Dendrogramm gruppiert nach dem Habitat der Fische in benthopelagisch (▲), demersal (■) und pelagisch (▼).

Abb. 7. Dendrogramm der Unterscheidung nach den Ordnungen (Taxonomie) der Anguilliformes (■), Beloniformes (◆), Clupeiformes (●), Cypriniformes (▲), Esociformes (▲), Gadiformes (▲), Gasterosteiformes (▼), Osmeriformes (●), Perciformes (▼), Pleuronectiformes (■), Salmoniformes (+), Scorpaeniformes (×) und Syngnathiformes (◆).

Abb. 7. Dendrogramm der Unterscheidung nach der systematischen Einordnung (auf Ordnungsniveau) der Anguilliformes (■), Beloniformes (◆), Clupeiformes (●), Cypriniformes (▲), Esociformes (▲), Gadiformes (▲), Gasterosteiformes (▼), Osmeriformes (●), Perciformes (▼), Pleuronectiformes (■), Salmoniformes (+), Scorpaeniformes (×) und Syngnathiformes (◆).

Abb. 8. Stammbaumanalyse unterschieden nach dem Nahrungsspektrum der Fische. Dabei wurden die primären Organismengruppen Invertebraten (▲), Teleostei (■), Teleostei und andere Vertebraten (▼) sowie Teleostei und Invertebraten (◆) unterschieden.

Abb. 9. Stammbaumanalyse unterschieden nach der ursprünglichen Herkunft der Ostseefische, wobei nach strikt mariner (◆), mariner (▼), strikt limnischer (▲) und limnischer Herkunft (■) charakterisiert wurde.

Abb. 10. Multidimensionale Skalierung (MDS Plot, Bray - Curtis Ähnlichkeit) der Ähnlichkeit der Wirte aller nachgewiesenen Parasitenarten. Die nach der Herkunft der Fische in strikt marin (◆), marin (▼), strikt limnisch (▲) und limnisch (■) unterschieden wurde.

III. Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Zusammenstellung der organismischen Stufen und Ebenen im Parasit-Wirt-System (nach Zander 1997).

Tab. 2. Infragemeinschaften und Befallssituation der untersuchten Heringe an den sechs Standorten der Ostsee (jeweils n = 35). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger et al. (2014).

Tab. 3. Sørensen Index (S_i) der Parasitenfauna der Heringe der sechs Untersuchungsgebiete. FM, Finnischer Meerbusen.

Tab. 4. Infragemeinschaften und Befallssituation der untersuchten Meerforellen aus der Ostsee (n = 35) und den Fließgewässern (n = 17). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger und Palm 2016.

Tab. 5. Infragemeinschaft und Befallssituation der untersuchten Hornhechte aus der Ostsee (n = 35). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger et al., in Revision.

Tab. 6. Paarweise Analyse der Ähnlichkeiten (ANOSIM, One-Way analysis) zwischen den Gruppen der Unterscheidung nach Herkunft der Ostseefische.

Tab. 7. Analyse der prozentualen Gleichheit (SIMPER) und des größten Beitrags der Parasitenarten zur Unterscheidung paarweiser Vergleiche zwischen den Gruppen strikt mariner, mariner, strikt limnischer und limnischer Herkunft der Ostseefische. mA, mittlere Abundanz; SD, Standardabweichung.

Tab. 8. Parasitenfauna des Atlantischen Herings, *Clupea harengus*, nach Literaturangaben in der Ostsee. indet. = Indeterminante, sp. = species, 1 = Dollfus 1956, 2 = Arthur und Arai 1984, 3 = Bucher 1998, 4 = Palm, Klimpel und Bucher 1999, 5 = Podolska und Horbowy 2003, 6 = Campbell et al. 2007, 7 = Skov et al. 2009, 8 = Unger et al. 2014.

Tab. 9. Parasitenfauna der Meerforelle, *Salmo trutta trutta*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Buchmann 1987, 2 = Buchmann 1989, 3 = Malmberg und Malmberg 1993, 4 = Palm, Klimpel und Bucher 1999, 5 = Unger und Palm 2016.

Tab. 10. Parasitenfauna der Regenbogenforelle, *Oncorhynchus mykiss*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Meinila et al. 2004, 2 = Skov et al. 2014, 3 = Unger und Palm 2017.

Tab. 11. Parasitenfauna des Hornhechtes, *Belone belone*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Fischer 1955, 2 = Engelbrecht 1958; 3 = Bartz und Jacobsen 1969, 4 = Rynkiewicz 1970, 5 = Jacorsen et al. 1971, 6 = Grabda 1971, 7 = Fagerholm 1976, 8 = Grabda 1981, 9 = Dorman 1991, 10 = Skov et al. 2009, 11 = Unger et al., in Revision.

Tab. 12. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Heringe aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten, isolierte Parasitenarten und die Herkunft der Fische.

Tab. 13. Fortsetzung I der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Tab. 14. Fortsetzung II der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Tab. 15. Fortsetzung III der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Tab. 16. Fortsetzung IV der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Tab. 17. Fortsetzung V der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Tab. 18. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Meerforellen aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 19. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Meerforellen aus den Laichhabitaten. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 20. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum ersten Probennahmzeitpunkt 2013. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 21. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum ersten Probennahmzeitpunkt 2014. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 22. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum zweiten Probennahmzeitpunkt in 2014. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 23. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Hornhechte aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Tab. 24. Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft in der westlichen Ostsee. Angegeben sind alle bekannten Nachweise nach Befall bzw. Nicht-Befall der 44 einbezogenen Fischarten.

Tab. 25. Fortsetzung I der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 26. Fortsetzung II der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 27. Fortsetzung III der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 28. Fortsetzung IV der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 29. Fortsetzung V der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 30. Fortsetzung VI der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

Tab. 31. Fortsetzung VII der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

1. Einleitende Zusammenfassung der Dissertationsschrift

1.1 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit hat die Untersuchung der Parasitengemeinschaften von wirtschaftlich bedeutsamen Fischarten der westlichen Ostsee nach standardisierten parasitologischen sowie nahrungsökologischen Methoden zum Ziel. Dabei fokussiert die Arbeit auf zwei bedeutende Prädatoren (Meerforelle, *Salmo trutta* L., n = 52; Hornhecht, *Belone belone* (L., 1761), n = 35) der deutschen Ostseeküste sowie auf die detaillierte Untersuchung von in Netzkäfigen gehaltenen Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), n = 105) und deren Interaktionen mit der Umwelt. Bereits vorliegende Daten von 210 Heringen (*Clupea harengus* L.) wurden im Hinblick auf die Bedeutung der nachgewiesenen Parasitenfauna als biologische Indikatoren für deren Wanderverhalten sowie der Bedeutung dieser Fischart in den Lebenszyklen der nachgewiesenen Parasitenarten analysiert und ausgewertet. Insgesamt wurden 23 metazoische Parasitenarten erfasst. Diese gehörten den Großgruppen der Digenea (9), Monogenea (1), Cestoda (4), Nematoda (5) und Acanthocephala (4) an. Darunter befanden sich die Nematoda *Anisakis simplex* (sensu stricto), *Contracaecum rudolphii* A, *Hysterothylacium aduncum* sowie die Acanthocephala *Corynosoma strumosum* und *Echinorhynchus gadi*, welche durch molekulargenetische Methoden anhand der Nukleotidsequenzen ITS 1, 5,8 S, ITS 2 und angrenzenden Sequenzen der ribosomalen DNA identifiziert wurden. Für die statistische Analyse der empirischen Daten wurden Varianzanalysen (T-Test, U-Test, ANOVA), Verwandtschaftsanalysen, wie Multidimensionale Skalierungen (MDS) und hierarchische Clusteranalyse (CLUSTER) sowie Ähnlichkeitsanalysen (ANOSIM, SIMPER) genutzt.

Studienübergreifend befanden sich unter den nachgewiesenen metazoischen Parasitenarten 17 neue Gebietsnachweise für die drei hiermit untersuchten Fischarten in der deutschen Ostsee. Lediglich für *C. harengus* konnten keine neuen Gebietsnachweise getätigt werden. Im Falle des Herings wurden sechs Untersuchungsstandorte verteilt über die Fläche der Ostsee vor Deutschland (2), Polen, Litauen, Estland und vor Finnland analysiert. Die Analyse der Parasit-Wirt-Beziehungen erfolgte auf der Basis des von Esch et al. (1975) entwickelten und von Holmes und Price (1986) angepassten Modells der organismischen Stufen. Erstmals wurde eine Analyse der Infra- und Komponentengemeinschaften der betrachteten Fischarten in der deutschen Ostseeregion durchgeführt. Anhand der nachgewiesenen Parasitenfauna von Hering und Hornhecht, welche mit reinen Salzwasserparasiten wie *Anisakis simplex* (s.s.) (Nematoda) und *Axine belones* (Monogenea) befallen waren, konnte dargelegt werden, dass diese Fischarten in die westliche Ostsee aus der salzhaltigeren Nordsee bzw. dem Skagerrak und Kattegat eingewandert sind.

Darüber hinaus wurde auf Grundlage der nachgewiesenen Parasitenfauna eine Charakterisierung der Verbundgemeinschaft im Ökosystem westliche Ostsee vorgenommen. Dabei wurden verschiedene

Klassifikationen, welche eine mögliche Beeinflussung der Parasitenfauna darstellten, gewählt. Im Detail wurden die entstandenen Verwandtschaftsmuster nach der Tiefenorientierung der Fische unterteilt in pelagisch, benthopelagisch und demersal sowie dem Nahrungsspektrum der Fische unterteilt in Invertebraten, Teleostei, Teleostei und Invertebraten sowie Teleostei und Vertebraten klassifiziert. Außerdem erfolgte eine Unterscheidung nach der Ordnung (Taxonomie) und der Herkunft der Fische, strikt marin, marin, strikt limnisch sowie limnisch. Dabei konnte aufgezeigt werden, dass die Parasitengemeinschaft in der Ostsee nicht maßgeblich durch das Habitat und das Nahrungsspektrum der jeweiligen Wirtsfische bestimmt wird. Vielmehr ist neben der phylogenetischen Verwandtschaft die Herkunft der Ostseefische signifikant für die Zusammensetzung der Verbundgemeinschaft der nachgewiesenen Parasitenarten verantwortlich. Die Parasitengemeinschaft der Ostsee prägen anpassungsfähige, generalistische Arten, welche in der Mehrheit einen indirekten Lebenszyklus besitzen.

1.2 Abstract

The purpose of the present study was to analyse the parasite communities of commercially important fish species and their feeding ecology in the western Baltic Sea following standardised protocols. Two predatory fish species (sea trout, *Salmo trutta* L., n = 52; garfish, *Belone belone* (L., 1761), n = 35) and maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), n = 105) from the German Baltic Sea were studied in detail to test their interactions with the environment. Already existing parasitological data of 210 herring (*Clupea harengus* L.) were analysed for their use as biological indicators in terms of migration patterns and to test the importance of herring within the life cycles of the detected parasites. In total, 23 metazoan parasite species were identified, which belonged to the Digenea (9), Monogenea (1), Cestoda (4), Nematoda (5) and Acanthocephala (4). Of these, the Nematoda *Anisakis simplex* (sensu stricto), *Contracaecum rudolphii* A., *Hysterothylacium aduncum* and the Acanthocephala *Corynosoma strumosum* und *Echinorhynchus gadi*, were identified by molecular genetic analysis of nucleotide sequences of the ITS 1, 5.8 S, ITS 2 and flanking sequences of the rDNA. To display differences within empirical data, statistical applications were used to analyse the variance (T-Test, U-Test, ANOVA), the relationships (CLUSTER, MDS) and the similarity (ANOSIM, SIMPER).

Overall 17 new locality records could be established for three of the studied fish species at the German Baltic coast, while no new records were found for herring. To test the zoogeographical distribution of parasites, herring were studied at six sampling sites all over the Baltic Sea (off Germany (2), Poland, Lithuania, Estonia and Finland). Parasite-host-interactions were studied, following the concept of Esch et al. (1975), which was refined by Holmes and Price (1986). Analyses of the infra- and component communities of the studied fish species were utilised for the first time in

the German Baltic Sea. Immigrating garfish and herring brought typical parasites of saltwater origin, like *Anisakis simplex* (s.s.) (Nematoda) and *Axine belones* (Monogenea) with them. These findings could be used as biological indicators displaying the origin of these fishes in the North Sea or the Skagerrak and Kattegat.

Furthermore, based on the parasite fauna, an analysis of the compound community within the ecosystem was carried out. Different classifications which possibly affect the composition of the parasite fauna were chosen. The depth range of the fish species, divided in pelagic, benthopelagic and benthic as well as their diet, consisting of teleosts, invertebrates, teleosts and invertebrates and teleosts and vertebrates were grouped. Subsequently, the classification was tested for the taxonomic rank (order) and the origin of the fishes, divided in strictly marine, marine, strictly limnic and limnic derivation.

It could be shown, that the parasite community of the western Baltic Sea was not substantially affected by the depth range and the diet of fish. However, beside the phylogenetic relationship, the origin of the fishes significantly influenced the composition of the compound community of the recorded parasite species. The parasite community was built by adaptive, generalist species of which the majority had an indirect life cycle.

1.3 Umfang der Dissertationsschrift

Die hier vorliegende kumulative Dissertation setzt sich aus fünf Kapiteln zusammen.

Kapitel 1 gibt zunächst einen *thematischen Einstieg* mit den relevanten Hintergrundinformationen. Dabei wird zunächst auf die Besonderheiten des Untersuchungshabitats Ostsee eingegangen. Es folgt eine Kurzvorstellung über die Biologie der untersuchten Fischarten sowie ihre Bedeutung für die Studie. Nach einem historischen Überblick über die Geschichte der ökologischen Parasitologie wird die Nutzung von Fischparasiten als biologische Indikatoren erläutert und in die Zielsetzung der Dissertation eingeordnet.

Im Anschluss werden in der *Diskussion* die relevanten Ergebnisse zusammenfassend dargestellt und im Zusammenhang mit der relevanten Fachliteratur diskutiert. Dabei wird insbesondere auf die Infra- und Komponentengemeinschaft der Parasiten in den vier betrachteten Fischarten eingegangen, und im Anschluss die Verbundgemeinschaft der Fischwirte im Ökosystem westliche Ostsee anhand der Parasitenfauna charakterisiert.

Kapitel 2 führt die Ergebnisse aus einer parasitologischen Untersuchung von Heringen, *Clupea harengus* L., an sechs Standorten in der Ostsee auf. Dabei wurden bereits vorliegende Daten einer vorhergehenden parasitologischen Untersuchung des Autors im Hinblick auf die vorgestellten Arbeitshypothesen analysiert (Unger 2010). Anhand der unterschiedlichen Parasitenfaunen an den sechs Probennahmestellen wurden Parasitentaxa herausgearbeitet, mit deren Hilfe die Zoogeographie von Heringen bezüglich ihrer Migrationsbewegungen, Fress- und Laichgründe und der Separation von Beständen aufgezeigt werden können. Molekulargenetische Analysen wurden für die Identifikation der isolierten Nematoda und Acanthocephala herangezogen.

Kapitel 3 behandelt die Parasitenfauna von anadromen Meerforellen, *Salmo trutta trutta* L., welche in der Ostsee vor Warnemünde und in den einmündenden Laichgewässern gefangen wurden. Die sich ergebenden Muster der Parasitenfauna zwischen den beiden Habitaten mit unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen werden aufgezeigt und diskutiert. Hierbei wird die Herkunft der einzelnen isolierten Parasitenarten herausgearbeitet und der Einfluss der annuellen Laichwanderung auf die Komposition der Parasitengemeinschaft analysiert. Die nachgewiesenen Nematoda werden mithilfe von molekulargenetischen Analysen identifiziert.

Kapitel 4 analysiert die nachgewiesene Parasitenfauna von Regenbogenforellen, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), die in der Ostsee vor Nienhagen, Mecklenburg-Vorpommern, in einem Netzgehegesystem gezüchtet wurden. Es wurden die besetzten Regenbogenforellen zu Beginn und zum Ende der Mastperioden zweier aufeinanderfolgender Jahre untersucht. Dabei wird ein spezielles Augenmerk auf die Herkunft der Parasitentaxa und die potentielle Gefährdung von Fischgesundheit und Aquakulturerfolg gelegt. Isolierte Digenea werden mittels molekulargenetischer Analytik bestimmt.

Kapitel 5 beschreibt die Ausprägung der metazoischen Parasitenfauna von Hornhechten, *Belone belone* (L., 1761), die in die Ostsee eingewandert sind. Diese halten sich in den Wintermonaten auf ihren Nahrungsgründen im Kattegat, Skagerrak und den Übergängen zur Nordsee auf und wandern zur Laichzeit im Frühjahr in die Ostsee ein. Hierbei wird analysiert, welche Parasitentaxa nach der Passage in die Ostsee weiterhin vorhanden sind und ob diese in das Habitat eingeschleppt oder in der Ostsee neu erworben wurden. Isolierte Nematoden werden molekular diagnostisch bestimmt.

1.4 Einführung

1.4.1 Charakterisierung der Ostsee

Die Ostsee ist mit einer Fläche von 415.000 km² eines der größten in sich geschlossenen Brackwassermere der Erde (Lozan et al. 1996). Sie ist mit dem Atlantischen Ozean lediglich über die schmalen und flachen Belte und den Øresund zur Nordsee verbunden. Der hauptsächliche Wasseraustausch erfolgt über die Darßer Schelle, welche zwischen der Halbinsel Fischland-Darß-Zingst sowie der Insel Falster liegt und mit einer Tiefe von ca. 18 m das elementare Hindernis für den Einstrom von Salzwasser in die Ostsee darstellt (Lozan et al. 1996). Etwa 25% des Wasseraustausches erfolgen über die lediglich 7 m tiefe Drogden-Schelle, welche zwischen Kopenhagen und Malmö lokalisiert ist. Der Einstrom von salzhaltigem Wasser ist zudem durch einen nahezu permanenten Ausstrom von Brackwasser mit einem durchschnittlichen Wasservolumen von 15.000 m³/s aus der Ostsee ins Kattegat erschwert (Gräwe et al. 2015). Dies wird durch den Überschuss an einströmendem Süßwasser aus Fließgewässern und Niederschlag in die Ostsee bedingt (Hordoir und Meier 2010). Durch diese besondere Konstellation bildet die Ostsee starke vertikale und horizontale Gradienten der Salinität, Temperatur sowie des Sauerstoffgehaltes aus. So verringern sich die Salinität und Wassertemperaturen entlang des horizontalen Gradienten, wobei im westlichen Übergangsbereich marine Salinitäten (>25 PSU) und im inneren, nord-östlichen Bereich der Ostsee limnische Konditionen von 0,5 bis 3 PSU bei kälteren Durchschnittstemperaturen vorhanden sind (Leppäkoski et al. 2002). Diese Mischspeisung von Salzwasser sowie Süßwasser bedingt eine vertikale Stratifikation durch das Vorhandensein einer stabilen Dichteschichtung, welche die Durchmischung verhindert. Schweres, salzhaltiges Wasser sammelt sich dabei am Grund der Ostsee und die fehlende Durchmischung mit sauerstoffreichem Oberflächenwasser bzw. die Sauerstoffzehrung kann vor allem in Stagnationsphasen im Sommer zu Sauerstoffmangel in den tiefen Becken führen (Lozan et al. 1996). Diese Schichtung der Wassersäule wird in der Regel erst mit einsetzenden Sturmereignissen im Spätsommer bzw. Herbst aufgelöst.

In ihrer heutigen Form besteht die Ostsee erst seit circa 7.500 bis 8.000 Jahren (Björck 1995, Leppäkoski et al. 2002). Sie entstand nach der letzten Eiszeit aus einem riesigen Süßwasser- bzw.

Schmelzwassersee. Die geologischen Entstehungsprozesse dauern bis heute an, so findet in der nördlichen Ostsee am Bottnischen Meerbusen eine jährliche Landhebung von ca. 9 mm statt. Gleichzeitig wird im südlichen Gebiet des nordwestdeutschen Tieflandes eine Absenkung um 1 mm pro Jahr beobachtet (Lozan et al. 1996). Durch das erdgeschichtlich junge Alter der Ostsee sind nur wenige bzw. keine echten endemischen Organismen vorhanden (Leppäkoski et al. 2002). Einwandernde marine oder limnische Arten bild(et)en maßgeblich die Fauna und Flora der Ostsee (Remane 1934). Durch die Anpassung der Organismen an die einzigartigen Lebensbedingungen im Brackwasser der Ostsee verändern sich mitunter der Wuchs, bzw. die Gestalt der Organismen und es können sich neue Überlebensstrategien und Lebenszyklen ausbilden (Zettler et al. 2013).

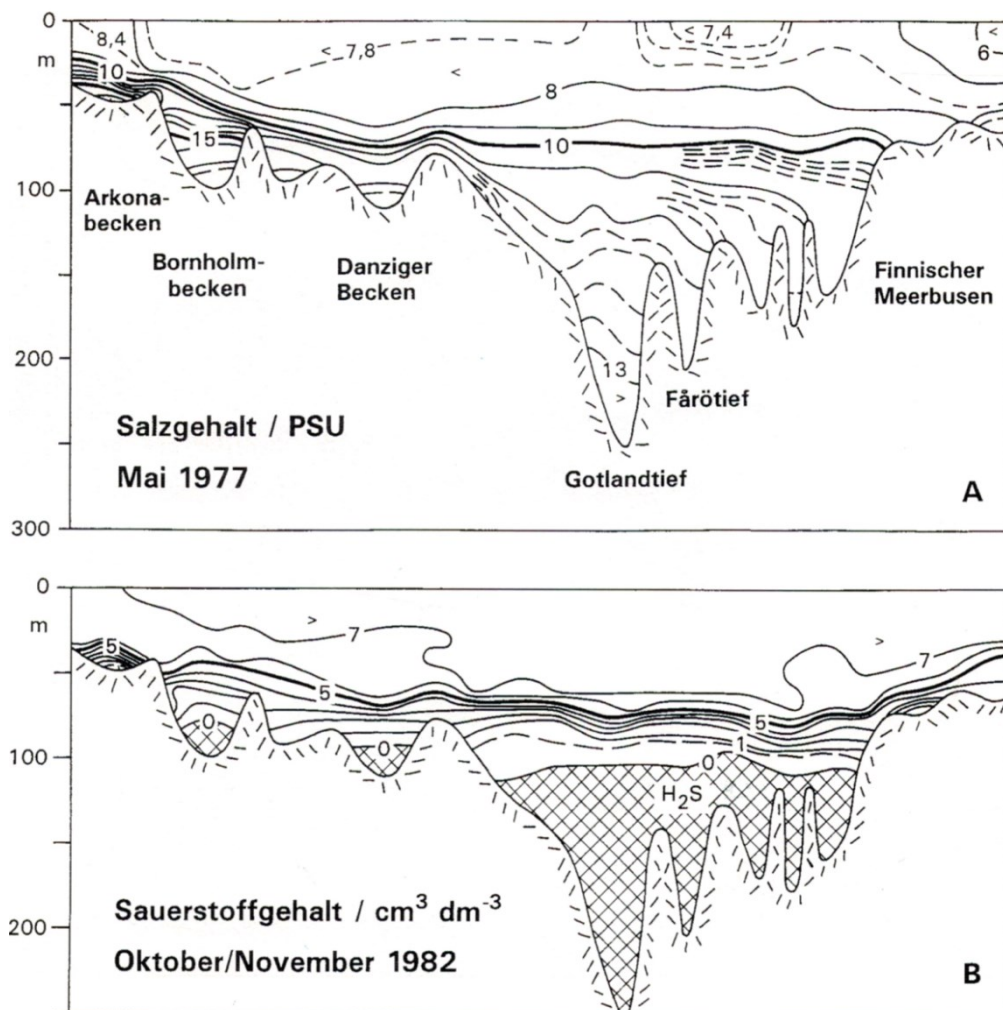


Abb 1. Darstellung des Salz- (A) und Sauerstoffgehaltes (B) der Ostsee im Relief in Abhängigkeit von der Wassertiefe (in m). PSU, Salinitätseinheit, dimensionslos (practical salinity units). (Quelle: Lozan et al. 1996)

Im Laufe des letzten Jahrhunderts ist durch anthropogene Einflüsse, wie die intensivierte landwirtschaftliche Nutzung, die voranschreitende Industrialisierung und der Bevölkerungszuwachs mit gesteigerter Nutzung der Ressourcen ein erhöhter Eintrag von Nährstoffen (Stickstoff- und Phosphorverbindungen), organischen Schadstoffen sowie Schwermetallen zu verzeichnen. Dies führte

zu einer starken Eutrophierung der Ostsee (Hypertrophie) mit einer resultierenden gesteigerten Primärproduktion von Plankton und sekundär nachfolgender Steigerung der gesamten Biomasse über Zooplankton bis hin zu den Spitzenprädatoren (Lozan et al. 1996). Diese gesteigerte Produktivität führte dazu, dass das entstandene organische Material über den biochemischen Abbau zur Belastung des Sauerstoffregimes im Tiefenwasser und zur potentiellen Ausbildung von hypoxischen Zonen mit Schwefelwasserstoff (H_2S) beiträgt. Zwischen 1961 und 2000 betrug die Fläche der hypoxischen Tiefenbereiche der Ostsee im Mittel 49.000 km^2 (Conley et al. 2009). In Abbildung 1 ist der Salz- und Sauerstoffgehalt der Ostsee beispielhaft für die Jahre 1977 (Salinität) und 1982 (Sauerstoff) illustriert. Das Ausbleiben regelmäßiger Einstromereignisse zwischen den 1980er und 2010er Jahren verschärfte die Sauerstoffknappheit zusätzlich, da dieser ausschließlich über einströmendes Salzwasser in die Tiefenbereiche der Ostsee gelangt. In dieser Zeitspanne kam es lediglich in den Jahren 1993 und 2003 zu deutlich nachzuweisenden Einstromereignissen (siehe Abb. 2).

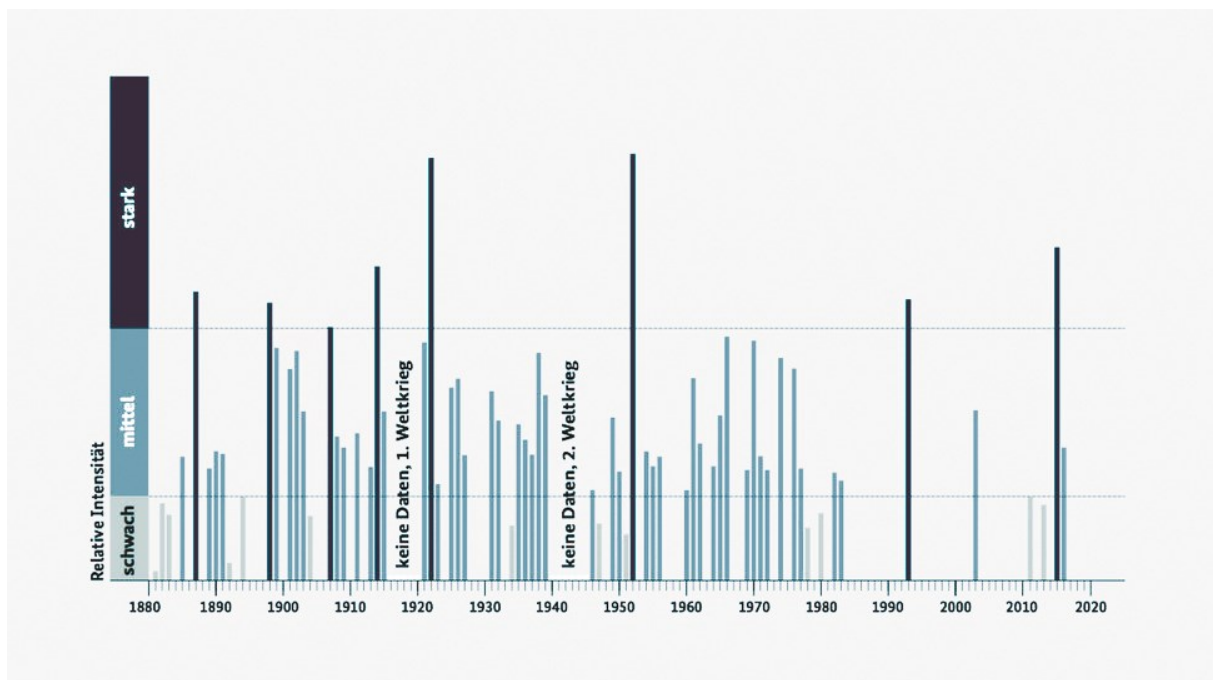


Abb 2. Intensität der Salzwassereinbrüche in die Ostsee aus der Nordsee zwischen 1900 und 2016. Dabei beträgt die Einstrommenge in die Ostsee bei intensiven Einstromereignissen $> 100 \text{ km}^3$ und bei schwächeren $< 100 \text{ km}^3$ salzreiches Wasser ($> 17 \text{ PSU}$). (Quelle: BMBF/ Pleul)

Die Einstromereignisse sind an bestimmte Wetterlagen mit starken Winden im Gebiet der westlichen Ostsee und des Kattegats gebunden. Im Dezember 2014 wurde nach dieser langen Stagnationsphase wieder ein „Major Baltic Inflow (MBI)“, also ein sehr starker Salzwassereinstrom in die Ostsee beobachtet (siehe Abb. 2). Nach Gräwe et al. (2015) handelte es sich dabei um den drittgrößten Einstrom der letzten 100 Jahre, bei dem nahezu $3,8 \text{ Gt}$ Salz in die Ostsee eingebracht wurden. Die hauptsächliche Einstromphase, also der Einstrom von Salzwasser über die Darßer Schwelle, dauert bei den großen Einstromereignissen (MBIs) im Mittel zehn Tage an (Mohrholz et al. 2015). Möglich wurde das extreme Einstromereignis durch zunächst im November

2014 in der westlichen Ostsee vorherrschende Ost- bzw. Südostwindlagen, wodurch das Wasser aus der Ostsee gedrückt wurde und sich dort niedrige Wasserstände einstellten. Anschließend brachten diverse Sturmtiefs starke Westwinde im Bereich der Nordsee und des Skagerrak/ Kattegat und starke Süd- bis Südwestwinde in der zentralen Ostsee mit sich. Dadurch wurde das Wasser massiv über den Gefällegradienten in die Ostsee gedrückt, was sich in Einstömungsgeschwindigkeiten von über 1 m/s äußerte. Dieses sauerstoff- und salzreiche Wasser erreichte ebenfalls die tiefen Becken der zentralen Ostsee und führte durch die Umschichtung zu einer signifikanten Erhöhung des Sauerstoff- und Salzgehaltes (Naumann und Nausch 2015). Aktuelle Untersuchungen des Instituts für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) ergaben, dass sich das Vorkommen von H_2S in grundnahen Schichten des Zentralbeckens der Ostsee zwischen den Jahren 2011, 2014 und 2016 stark verringert hat. In diesen Regionen oxidierte das H_2S durch das einströmende Salzwasser, wodurch der neu eingebrachte Sauerstoff (teilweise) aufgezehrt wurde und demnach weiterhin niedrige Sauerstoffkonzentrationen vorhanden sind.

1.4.2 Kurzvorstellung der untersuchten Fischarten

In der vorliegenden Ausarbeitung wurden vier wirtschaftlich bedeutsame Fischarten aus der Ostsee parasitologisch untersucht. Der euryhaline Hering zeichnet sich durch ein weiträumiges Verbreitungsgebiet aus. Es erstreckt sich über den Pazifik und den Nordatlantik von Grönland im Norden bis in die Bretagne im Süden sowie in die Nord- und Ostsee. Das boreale Verbreitungsgebiet des atlantischen Herings, *Clupea harengus* L., ist auf die gemäßigt kalten Gewässer der 6° bis 12°C-Isothermen der Nordhalbkugel begrenzt (Klinkhardt 1996). Im Verbreitungsgebiet treten voneinander separierte Bestände auf, die sich durch variierende Laichzeiten und -wanderungen unterscheiden. Während ortsfeste Populationen teilweise nur wenige Kilometer wandern, ziehen atlanto-skandinavische Heringe bis zu 3.000 km weit umher (Harden-Jones 1977). Die Laichzeit dauert für gewöhnlich einige Wochen oder sogar Monate an, wobei sie zeitlich gestaffelt ist, sodass ein bemerkenswertes Kontinuum bei der Reproduktion zu beobachten ist (Klinkhardt 1996). In der Ostsee werden, neben einigen kleineren, drei große Bestände des Herings unterschieden (von Dorrien 2013, Unger et al. 2014). Dazu zählen der westliche, der zentrale und der nördliche Heringsbestand (Abb. 3). Der westliche Bestand wird zudem in frühjahrs- und herbstlaichende Heringe unterschieden, wobei der Frühjahrslaicher der westlichen Ostsee in den letzten Jahren den Großteil dieser Population darstellt (von Dorrien et al. 2013). Die Laichhabitate des Herings erstrecken sich auf küstennahe Bereiche, in denen Makrophyten und Algen als Laichsubstrat vorhanden sind. Das wichtigste Laichgebiet des westlichen Bestands stellt der Greifswalder Bodden bei Rügen dar, wobei auch andere Laichgebiete, wie die Kieler Förde oder die Unterwarnow zu Rostock bekannt sind (von Dorrien et al. 2013).

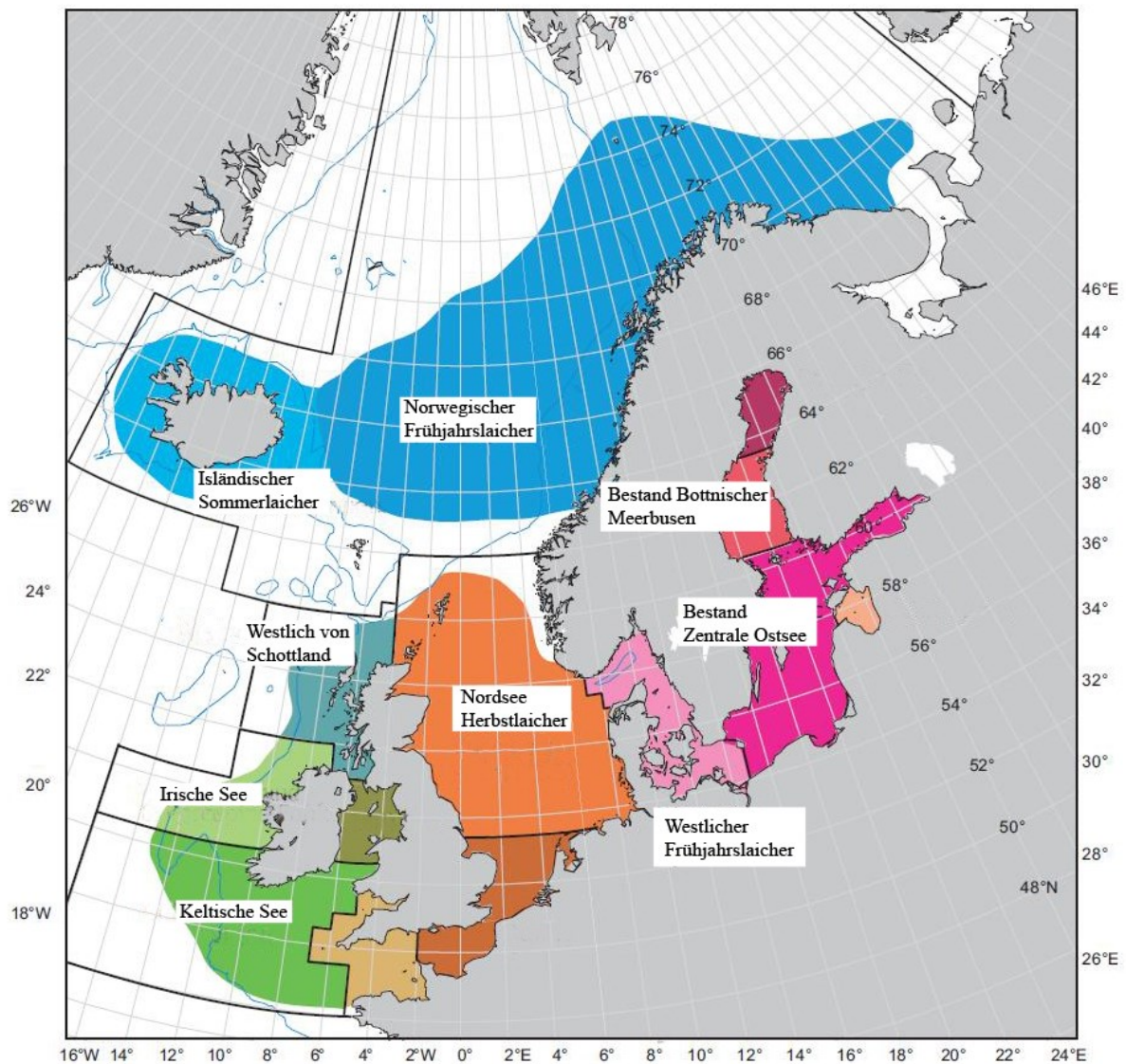


Abb.3. Verbreitungsgebiete der einzelnen Bestände des nordatlantischen Herings. Verändert nach von Dorrien et al. (2013).

Nach vollendetem Laichgeschäft wandern die Heringe westwärts zu ihren Nahrungsgründen bis ins Kattegat, Skagerrak und die östliche Nordsee zurück (Aro 1989). *Clupea harengus* hält sich schwarmbildend im küstennahen Pelagial auf. Dabei treten die höchsten Abundanzen in Tiefen von bis zu 250 m auf (in der Ostsee in wesentlich geringeren Tiefen von 10 - 30 m), wo sich das nährstoffreiche Tiefenwasser mit wärmerem Oberflächenwasser mischt (Vilcinskas 1996). Diese Wasserschichten sind besonders reich an Zooplankton, den primären Nahrungsorganismen des Herings. Das Zooplankton wird mit Hilfe der Kiemenreusen der Heringe aus dem Wasser gesiebt, wobei das Aufspüren der Beute auf visuelle Weise erfolgt (Froese und Pauly 2017). Bisher wurden weltweit 106 Parasitenarten für *C. harengus* nachgewiesen (Gibson et al. 2005).

Der Hornhecht, *Belone belone* (L., 1761), zeigt ein vergleichbares Wanderverhalten wie der Hering in der Ostsee. Beide nutzen Nahrungsgründe in der nördlichen Transitzone zur Nordsee, allerdings dringt *B. belone* zur Laichzeit wesentlich weiter in die zentrale und nördliche Ostsee vor. Dorman

(1991) wies eingewanderte Hornhechte bis zum südlichen Teil des Bottnischen Meerbusens nach. *Belone belone* ist ein epipelagischer Schwarmfisch, welcher sich küstenfern aufhält und oberflächennah kleine Fische, vor allem der Familie der Clupeiden, frisst. Während der Laichzeit behält der Hornhecht die Nahrungsaufnahme bei und erweist sich als opportunistischer Jäger, welcher küstennah beispielsweise Crustaceen, kleine Fische und Anflugsnahrung aufnimmt (**Unger et al. in Revision**). Nach dem Laichen verweilen die Hornhechte bis in den Herbst in der Ostsee und suchen küstenfern ihre Nahrung. Im Spätherbst oder Winter kehren die Fische in den Kattegat und Skagerrak zurück, wo sie höhere Temperaturen und ausreichend Nahrung vorfinden (Dorman 1991). Für den Hornhecht wurden bisher weltweit 27 Parasitenarten nachgewiesen (Gibson et al. 2005).

Die Meerforelle, *Salmo trutta trutta* L., ist ein anadromer Wanderfisch, welcher über die gesamte Ostsee verbreitet ist (Landergren 2001, Degermann et al. 2012). Der Lebenszyklus der Meerforellen hält mehrere Habitatswechsel bereit. Zur Fortpflanzung ziehen die Salmoniden wiederholt bis in kleine Flussläufe, in denen die sie geboren wurden, hinauf. Dort laichen sie auf Kies und Steingrund ab, wobei die Meerforelle auf ausgezeichnete respiratorische Wasserverhältnisse angewiesen ist (Gehlhaar 1974). Aus den Eiern schlüpfen die Alevin-Larven (Dottersack vorhanden), aus denen sich nach Aufzehrung des Dottersackes das Parr-Stadium entwickelt. Die Parr verbringen die ersten ein bis drei Lebensjahre im Süßwasser (Titus und Mosegaard 1989, Landergren 1999). Danach erfolgt die Smoltifikation bei einer Fischgröße von 15 - 25 cm und damit die Anpassung und Abwanderung in die salzhaltige Ostsee, wo die Fische küsten- und oberflächennah leben und dort ebenfalls Nahrung aufzunehmen (Gehlhaar 1974, Klemetsen et al. 2003, Gargan et al. 2006). Waren die Bestände der Ostsee Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts noch stabil, sind sie in der Folge intensiver anthropogener Nutzung, Veränderung oder Zerstörung der Laichgewässer, einhergehend mit einer intensivierten Befischung, beinahe ausgerottet worden. Erst ausgedehnte Besatzmaßnahmen, welche unabhängig voneinander in vielen Anrainerstaaten der Ostsee seit den 1950er Jahren durchgeführt werden, konnten die Bestände teilweise stabilisieren (ICES 1994, **Unger und Palm 2016**). In Mecklenburg-Vorpommern werden seit 1993 regelmäßige Besatzmaßnahmen durchgeführt. Bis zum Jahre 2016 wurden ca. 9,5 mio Brütlinge (meist Alevin) in 33 verschiedenen Fließgewässern ausgesetzt (LLALF 2016). Meerforellen sind opportunistische Karnivoren, welche allerdings in ihren verschiedenen Lebensphasen unterschiedliche Nahrungsorganismen präferieren. Somit sind Insektenlarven für juvenile Forellen in den Flüssen aber auch in der Ostsee wichtiger Nahrungsbestandteil (Klemetsen et al. 2003, **Unger und Palm 2016**). In späteren Lebensphasen werden Crustaceen und zunehmend Fische zur Nahrungsgrundlage. Laut Rikardsen und Amundsen (2005) ernähren sich große Meerforellen zu >99% von Fischen und halten sich überwiegend in geringem Abstand von der Küste im offenen Ozean auf. Mehrere Studien zeigten auf, dass vor allem junge Meerforellen nach der Adaptation an das Habitat Ostsee erneut zum Überwintern in angrenzende Flüsse zogen (Berg und Berg 1987, Gargan et al. 2006, Degermann et al. 2012). Diese Beobachtung wurde vorwiegend im nördlichen Teil der Ostsee bestätigt. Berg und Berg (1987)

schlossen daraus, dass die Meerforellen an die Brackwasserbedingungen bei sehr niedrigen Wassertemperaturen nicht angepasst sind, da ihre osmoregulatorischen Fähigkeiten bei diesen Bedingungen negativ beeinflusst wurden (Thomsen et al. 2007). Weltweit wurden bisher 179 Parasitenarten für *S. trutta* nachgewiesen (Gibson et al. 2005).

Die Regenbogenforelle, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), ist ursprünglich im nördlichen Pazifik zwischen Kanada und der USA bis zur Halbinsel Kamtschatka in Russland heimisch (Page und Burr 1991). Die intensive Ansiedlung von Salmoniden außerhalb ihrer natürlichen Verbreitungsgebiete begann bereits in den 1860er Jahren. Dies geschah anfänglich zur sportfischereilichen Nutzung, später wurde eine weltweite Verbreitung durch die Aquakultur vorangetrieben (e.g. Welcomme 1988, McDowall 1994, Dill und Cordone 1997). Heute ist die Regenbogenforelle in 87 Ländern verbreitet (GISD 2017) und zählt somit zu den bedeutendsten Neozoen weltweit. Der Stellenwert der Regenbogenforelle als Speisefisch aus Aquakulturproduktion ist sehr groß. Die produzierte Tonnage lag 2015 bei 761.800 t, wobei der Anteil von europäischen Produzenten mit 290.700 t erheblich war (FAO 2017). In Europa wurde *O. mykiss* in 28 Ländern nachgewiesen (Savini et al. 2010), wobei es *O. mykiss* nicht gelungen ist, in all diesen Verbreitungsgebieten selbstreproduzierende Populationen zu etablieren. In der Süßwasserregion des deutschen Binnenlandes wurde die Regenbogenforelle im Jahre 1882 zu Zuchtzwecken eingeführt und bildet vereinzelte selbstreproduzierende Populationen, beispielsweise in Bayern (Leuner et al. 2000), Baden-Württemberg (Dußling und Berg 2001) und Sachsen (Füllner et al. 2005). Die große Mehrheit der Bestände ist allerdings allein auf Besatzmaßnahmen gestützt und würde ohne das Fischereimanagement auf lange Sicht verschwinden (Leuner et al. 2000). Nach Leppäkoski und Olenin (2000) wurde die Regenbogenforelle im Jahre 1890 erstmals in der Ostsee besetzt. Das Fortbestehen der Regenbogenforellen ist dort ebenfalls von regelmäßigem Besatz, sei es auch ungewollt aufgrund von Ausbrüchen aus Aquakulturanlagen, abhängig (Fausch et al. 2001). Weltweit sind bisher 169 Parasitenarten für *O. mykiss* nachgewiesen worden (Gibson et al. 2005).

1.4.3 Einführung in die Parasitologie

Der Begriff Parasit geht über das antike lateinische Lehnwort *parasitus* auf den griechischen Ausdruck *parasitos* zurück und bedeutet Bei- oder Mitesser (Lucius und Loos-Frank 2008, Deplazes et al. 2013). Ihren Ursprung hat die Bezeichnung in der Benennung gewählter Opferbeamter, die an rituellen Gastmahlen zu Ehren der Gottheiten teilnahmen und auf deren Kosten verpflegt wurden. Später wurde der Begriff für jene Personen verwendet, welche durch Schmeicheleien oder Komplimente versuchten, etwas von dem Offerierten bei Abendmahlen reicher Adliger zu erhalten. Damit entstand eine klassische Figur der griechischen Komödie, welche in der Antike einen festen

Platz fand und später dann als *parasitus* im Gesellschaftsleben der römischen Epoche verwurzelt wurde (Lucius und Loos-Frank 2008).

Ein Parasit ist ein Organismus, welcher sich permanent oder zeitweise auf oder in einem anderen, artfremden und in der Regel größeren Lebewesen (**Wirt**) aufhält, auf dessen Kosten lebt und pathogene Eigenschaften besitzt (Zander 1997, Mehlhorn & Piekarski 2002, Wenk & Renz 2008, Deplazes et al. 2013). Parasiten ernähren sich von Körperflüssigkeiten oder Zellsubstanzen ihres Wirts oder vollführen durch ihn Entwicklungsvorgänge bzw. Fortpflanzungsprozesse. Dabei stellt der Wirtkörper das primäre Lebensumfeld und die umgebende Umwelt der sekundäre Lebensraum für den Parasiten dar (Grabda 1991). Neben den **fakultativen Parasiten**, welche nicht zwangsläufig auf die parasitische Lebensweise angewiesen sind, leben die **obligaten Parasiten** alternativlos parasitisch (Lucius und Loos-Frank 2008). **Permanente Parasiten** leben in allen Entwicklungsstadien parasitisch, während **periodische Parasiten** nur phasenweise parasitisch in einem Wirt leben (Lucius und Loos-Frank 2008). Für ihren Entwicklungszyklus sind die Parasiten in verschiedenen Stadien auf ihre Wirte angewiesen. Der Wirt, in dem die Parasiten geschlechtsreif werden, ist der **Endwirt**. Als **Zwischenwirt** gelten jene Wirte, in denen eine ungeschlechtliche Vermehrung oder eine Reifung der Parasiten abläuft (Mehlhorn 2012). Für die Ausbreitung der Parasiten spielen noch weitere Wirtstypen eine Rolle, so sind **Transportwirte (paratenische Wirte, auch Stapelwirte genannt)** bestimmte Zwischenwirte, in welchen keine Vermehrung des Parasiten, wohl aber eine Reifung jenes zum Infektionsstadium stattfindet (Mehlhorn 2012). **Reservoirwirte** dienen als langfristig vorhandene Quelle für eine Infektion der Endwirte und bilden somit ein „Sammelbecken“ für Individuen bestimmter Parasitenarten, welche den Reservoirwirten aber nicht nennenswert schaden. Gelangt ein Parasit in einen Wirt, in dem er sich nicht fortpflanzen und weiterentwickeln, wohl aber existieren und ihn nicht selbstständig verlassen kann, so nennt man diesen einen **Fehlwirt**. **Ektoparasiten** leben auf oder in der Haut bzw. in Hohlräumen der Körperoberfläche, welche mit der Umgebung unmittelbar in Verbindung stehen (Deplazes et al. 2013). Ektoparasiten, wie z. B. Stechmücken, welche ihrerseits Erreger auf ihren Wirt übertragen, heißen **Vektoren**. Lebt ein Parasit im Körperinneren seines Wirtes, so wird er als **Endoparasit** bezeichnet (Munk 2010).

Einige Tiergruppen, wie beispielsweise die Trematoda (Aspidogastrea und Digenea), Apicomplexa, Cestoda oder Acanthocephala leben ausschließlich parasitisch. Andere Gruppen, wie z. B. die Nematoda oder Crustacea enthalten neben freilebenden viele parasitische Arten (Munk 2010). Generell können Parasitenarten mit steigendem phylogenetischem Alter eine engere Spezialisierung auf ihre Wirte vollführen, wobei sich aus einer Reihe von möglichen Wirten eine spezifische Wirtsart entwickelt. Des Weiteren kann durch die phylogenetisch langzeitliche Anpassung von Wirt und Parasit eine wachsende Toleranz füreinander entstehen, wobei beispielsweise morphologische Schädigungen des Wirtes durch den Parasiten verschwinden (Grabda 1991). Diese gängige Ausprägung ist als **symptomloser Parasitismus** zu bezeichnen. Das Gegenteil ist der Fall, wenn diese

Gewöhnung des Wirtes ausbleibt. Als Folge dessen können ausgeprägte Mortalitäten letzterer auftreten (Grabda 1991).

Fischparasiten im Speziellen bilden einen elementaren Bestandteil der aquatischen Biodiversität (Palm 2011). Moderate Schätzungen gehen im weltweiten Mittel von drei bis vier Parasitenarten pro Fischart aus (Protozoa und Metazoa), woraus sich eine Mächtigkeit dieser Tiergruppe von bis zu 134.000 Arten, bei derzeit 33.500 beschriebenen Fischarten, ergibt (Palm 2011, Froese und Pauly 2017). Für die im Jahre 2001 bekannten 14.500 Meeresfischarten wurden zu dem damaligen Zeitpunkt ca. 20.000 bis 43.200 Fischparasitenarten nachgewiesen (Klimpel et al. 2001).

1.4.4 Parasiten als biologische Umweltindikatoren

Das Forschungsgebiet der Parasitologie nimmt eine wichtige Rolle im wachsenden Verständnis der Interaktionen von Organismen im aquatischen Lebensraum ein (Palm 2011). Unter den mannigfaltigen Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Parasitologie befinden sich das Studium und die Nutzung von Fischparasiten als biologische Indikatoren. Das Potential von Fischparasiten zur Nachvollziehbarkeit des Wanderverhaltens von Salmoniden konnte bereits Anfang des 20. Jahrhunderts aufgezeigt werden (Lühe 1910). Damals wurden marine Fischparasiten viele hundert Kilometer vom Meer entfernt im Süßwasser gefunden. Diese Nachweise dürften einen der ersten Fälle parasitenbasierter biologischer Indikation darstellen (Palm 2011). Die gezielte Nutzung von Fischparasiten als Indikatoren zur Erlangung von Informationen zu unterschiedlichen Aspekten der Biologie der Wirte begann in den späten 1930er Jahren mit den Arbeiten von Dogiel und Bychovsky (1939) und Herrington et al. (1939). In der Folge nahm die Bedeutung der ökologischen Parasitologie stetig zu. In den 1950ern wurden neun Veröffentlichungen zum Thema verfasst, in den 1960ern bereits mehr als 30 und in den 1970ern über 50 internationale Publikationen (MacKenzie 1987). Einhergehend mit der steigenden Aufmerksamkeit der Nutzung von Fischparasiten als Bioindikatoren diversifizierte sich ebenfalls die Anwendungsvielfalt. Die Identifikation von verschiedenen Fischpopulationen und deren Wanderverhalten steht nach wie vor im Fokus der Fischereibiologie (z. B. Hemmingsen et al. 1991, MacKenzie und Longshaw 1995, MacKenzie und Abaunza 1998, Mosquera et al. 2000, Stanley 2005, Lester und MacKenzie 2009, Garcia et al. 2010, Feki et al. 2016). Nach der anfänglichen Nutzung von Fischparasiten (Crustacea) zur Populationsanalyse der Wirtsfische (Herrington et al. 1939) wurden Fischparasiten ebenfalls herangezogen, um einen Rückschluss auf die Wassergüte bzw. -parameter zu erhalten (MacKenzie et al. 1995), Umweltbelastungen und -veränderungen zu indizieren (Landsberg et al. 1998, Palm und Dobberstein 1999), Verschmutzungen anzuzeigen (Khan und Thulin 1991, Yeomans et al. 1997, Neubert et al. 2016) und die Präsenz oder Akkumulierung von Schadstoffen, wie Schwermetallen zu detektieren (Vidal-Martínez et al. 2010, Kleinertz et al. 2016). Diese Parameter können durch

Veränderungen der Physiologie, der chemischen Zusammensetzung, des Verhaltens oder der Anzahl der Parasiten nachvollzogen werden (Palm 2011). Diese mannigfaltigen Schwerpunkte sind beispielsweise in den Grundlagenwerken von MacKenzie (1983, 1987), Lafferty (1997), Overstreet (1997), Williams und MacKenzie (2003), Marcogliese (2005), Vidal-Martínez et al. (2010) und Palm (2011) dargestellt. Folglich haben Parasiten einen hohen Stellenwert für ökosystemare Fragestellungen, wie Gemeinschaftsstrukturen, Populationsdynamik, Nahrungsnetzen und Umweltveränderungen (Palm 2011, MacKenzie und Hemmingsen 2015). Generell unterscheidet sich die Verbreitung der einzelnen marinen Fischparasiten in unterschiedlichen Ökosystemen, Klimazonen und in Abhängigkeit von den Wirten grundlegend (Grabda 1991). Dies ist sowohl von abiotischen Umweltfaktoren, wie Salinität, Temperatur, Strömungs- und Tiefenverhältnissen oder Druck als auch von biotischen Faktoren, wie gemeinsamer Koevolution, Nahrungspräferenzen und -konkurrenz oder Wanderungsverhalten abhängig (Bakun 1996). Vor allem sehr diffizile Ökosysteme, als welches die Ostsee gilt, sind von schnellen Schwankungen und Änderungen der Umweltfaktoren betroffen (Lozan et al. 1996). Diese Faktoren haben unmittelbaren Einfluss auf die Parasitenfauna der Fische, da folglich die sekundäre Lebensumwelt der Parasiten (= primäre Umwelt der Fische) großen Schwankungen unterliegt.

Die Grundlage der Eignung von Fischparasiten als biologische Umweltindikatoren ist deren Lebenszyklus, welcher direkt (ein Wirt im Lebenszyklus, monoxen) oder indirekt (mehrere Wirte im Lebenszyklus, heteroxen) ist. Endoparasiten benötigen für ihre Ontogenese mindestens einen obligatorischen Zwischenwirt, wobei Ektoparasiten meist direkte Lebenszyklen aufweisen (Marcogliese 2005, Rhode 2005). In der Anwendung der biologischen Indikation ist die Tatsache, dass die Zwischenwirte (ZW) besonders sensibel auf Änderungen der Umweltbedingungen reagieren von elementarer Wichtigkeit (Palm 2011). Verschwinden die ZW, so sind die heteroxenen Parasitenarten folglich ebenfalls nicht mehr vorhanden.

In der vorliegenden Ausarbeitung liegt das Augenmerk auf der Analyse der metazoischen Fischparasitengemeinschaft im Lebensraum der westlichen Ostsee. Dabei wurden die isolierten Fischparasiten als biologische Indikatoren genutzt, um mit Hilfe der Parasiten u.a. die Populationsdynamik der untersuchten Fischarten, die Verbreitungsmuster und -wege, die Bestandsgrenzen sowie die Zoogeographie zu untersuchen.

In den Gewässern der deutschen Ostsee wurden die ersten fischparasitologischen Untersuchungen Anfang des 20. Jahrhunderts von Schultz (1911) und Kahl (1936) zur Befallssituation verschiedener Ostseefische durchgeführt. In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden erste taxonomische Arbeiten durchgeführt (u.a. Reimer 1961, 1962, 1971, 1982; Möller 1981). Studien der ökologischen Parasitologie und der biologischen Wechselwirkungen wurden maßgeblich durch Arbeiten von Reimer (1970, 1989), Möller (1975, 1978) und Zander (1991, 1993, 1996, 1997) initiiert. Schwerpunkt dieser Arbeiten waren die Interaktionen der Parasit-Wirt-Gemeinschaften, die Populationsanalyse und die Nutzung der Parasiten als Bioindikatoren. In Mecklenburg-Vorpommern wurden zahlreiche Studien

im westlichen Landesteil, vornehmlich dem Salzhaff bei Wismar durchgeführt (Zander et al. 1999, 2000; Zander 2003, 2007), allerdings sind ebenfalls einige Studien aus den östlicheren Küstengewässern, wie dem Fischland-Darß-Zingst und Rügen vorhanden (Reimer 1962, 1963; Feiler und Winkler 1981, Kemsies 1987, Kvach und Winkler 2011, Layka 2011). In der Warnow und dem angrenzenden Küstengebiet der Region Rostock wurden bisher lediglich in einer Studie Aale, *Anguilla anguilla* speziell auf ihren Befall mit dem Schwimmblasenwurm, *Anguillicoloides crassus*, untersucht (Wysujack et al. 2014).

1.4.5 Ökologische Parasitologie in der Ostsee

Die ökologische Parasitologie analysiert die Wechselbeziehungen der Organismen untereinander, sowie jene Interaktionen mit abiotischen Faktoren, die die Verbreitung und Häufigkeit bestimmen (Krebs 1994). Die Beschreibung der Beziehungen von Parasit und Wirt ist nach dem Konzept von Esch et al. (1975) in organismischen Stufen dargestellt. Dieses Konzept wurde von Holmes und Price (1986) weiterentwickelt und findet seither Anwendung in zahlreichen parasitologischen Studien. Die Beziehungen werden durch zwei Ebenen auf Seite der Parasiten beschrieben, nämlich **Population** und **Gemeinschaft**, die Seite der Wirte wird zusätzlich in eine dritte Ebene, dem **Individuum**, unterteilt (Zander 1997). In Tabelle 1 sind die Bezeichnungen im Parasit-Wirt-System dargestellt. Demzufolge beschreibt die **Infrapopulation** die gesamte Anzahl von Individuen (= Population) einer Parasitenart auf bzw. in einem einzelnen Wirt (Esch et al. 1975). Die Infrapopulation wird über den Parameter **Intensität (I)** beschrieben (Bush et al. 1997). Alle Infrapopulationen einer Parasitenart, die in bzw. auf verschiedenen Individuen einer Wirtsart leben, werden als **Metapopulation** bezeichnet (Riggs und Esch 1987). Diese Bezeichnung wird durch die **Prävalenz (P%)** beschrieben (Bush et al. 1997). Die Gesamtzahl aller Individuen einer Parasitenart (= Parasitenpopulation) aus sämtlichen Wirten eines Ökosystems bilden die **Suprapopulation**.

Tab. 1. Zusammenstellung der organismischen Stufen und Ebenen im Parasit-Wirt-System (nach Zander 1997).

Wirt	Parasit	Population	Gemeinschaft
Individuum		Infrapopulation	Infragemeinschaft
Population		Metapopulation	Komponentengemeinschaft
Gemeinschaft		Suprapopulation	Verbundgemeinschaft

Die **Infragemeinschaft** setzt sich aus den Infrapopulationen verschiedener Parasitenarten im selben Wirtsindividuum zusammen (Bush und Holmes 1986). Die gesamten Parasitenpopulationen (= Infragemeinschaften) in einer Wirtspopulation werden **Komponentengemeinschaft** genannt (Holmes und Price 1986). Die umfassendste Stufe der Parasit-Wirt-Beziehungen ist die **Verbundgemeinschaft**, die sämtliche Parasitengemeinschaften eines Ökosystems beinhaltet

(Esch et al. 1975). Root (1967) definierte erstmalig eine Gilde als weitere Ebene im Stufenmodell. Dabei ist eine Gilde definiert als Gruppe von Arten (= Wirten) mit ähnlichen Lebensweisen und vergleichbaren Nischenansprüchen (Root 1967). Zander (1997) erweiterte das bestehende Modell um die Stufe der **Gildengemeinschaft**, welche er zwischen den Stufen der Komponenten- und Verbundgemeinschaft eingeordnet hat. Die Gildengemeinschaft beschreibt das Parasitenspektrum eines zusammengehörigen Verbundes (Gilde) von Organismen.

Die Parasitengemeinschaften des Brackwassers sind durch die in Kapitel 1.4.1 beschriebenen Umweltfaktoren der Ostsee maßgeblich beeinflusst (Zander 1997). Die Verbreitung der Parasitenarten ist neben der Salinität ebenfalls durch andere Stressoren, wie die in der Vergangenheit gestiegene Eutrophierung oder regional auftretenden Sauerstoffmangel, geprägt (Zander et al. 1999, Conley et al. 2009). Die Herausforderung für die Organismen liegt dabei in der Fähigkeit und Aufrechterhaltung der metabolischen Funktionen und der intensiven Osmoregulation bei Salzgehaltsveränderungen (Zander 1997). Diese wechselhaften Bedingungen des Habitats Ostsee sind sowohl für Ektoparasiten, welche der umgebenden Umwelt direkt ausgesetzt sind, als auch für Endoparasiten von großer Bedeutung. Diese werden ebenfalls mittelbar mit geänderten Wasserparametern konfrontiert. Möller (1978) wies bei *Hysterothylacium aduncum* (Nematoda) und *Echinorhynchus gadi* (Acanthocephala) bei veränderter Salinität im äußeren Milieu nach, dass diese Endoparasiten (Magen-Darmtrakt) nicht in der Lage waren, ihren Wasserhaushalt zu kontrollieren. Zudem weisen Endoparasiten in großer Mehrheit einen indirekten Lebenszyklus (LZ) auf und sind somit auf die Anwesenheit ihrer Zwischenwirte angewiesen (Möller 1978, Paperna und Overstreet 1981, Lester 1990).

In der Ostsee kommen sowohl marine, als auch limnische Fischarten vor, welche untereinander interagierende Parasiten-Komponentengemeinschaften aufweisen (Valtonen et al. 2001). Dieser Austausch von Parasitenarten ist eher kurzfristigen ökologischen Faktoren, wie hauptsächlich der unmittelbaren Präsenz von Zwischenwirten, als langfristigen evolutionären Prozessen zuzuschreiben (Valtonen et al. 2001).

Die weiteren Ausführungen dieser Arbeit analysieren die Zusammensetzung der Parasitenfauna der westlichen Ostsee und können als Erweiterungen der bestehenden ökoparasitologischen Arbeiten in der Ostsee betrachtet werden. Es wird untersucht, ob und wenn ja durch welche Parameter die Parasitengemeinschaften charakterisiert werden können. Dem Zugrunde liegt das oben vorgestellte Stufenkonzept von Esch et al. (1975). Zur Analyse der Artzusammensetzung der Parasitengemeinschaften wurde der Sørensen-Index nach (Bray und Curtis 1957) genutzt. Dieser berechnet sich wie folgt:

$$S_i = 2N_{ab} / (N_a + N_b)$$

Wobei: S_i = Sørensen Index, N_{ab} = Anzahl der gemeinsam vorkommenden Arten im Lebensraum a und b, N_a = Anzahl der Arten im Lebensraum a, N_b = Anzahl der Arten im Lebensraum b

Dabei kann der Sørensen Index Ausprägungen zwischen 0 und 1 annehmen. Je höher der Wert, desto größer stellt sich die Ähnlichkeit der verglichenen Parasitengemeinschaften dar. Nach Zander (2000) liegt die Grenze der moderaten Übereinstimmung bei $S_i = 0,6$, höhere Werte deuten auf eine größere Ähnlichkeit hin. Auf Grundlage des vorliegenden Untersuchungsumfanges von vier Fischarten aus dem gleichen Habitat sind Aussagen über die Verbundgemeinschaft nicht möglich. Um die Verbundgemeinschaft in der westlichen Ostsee zu analysieren, wurde in Kapitel 1.5.2.2 der Umfang der Auswertungen auf die bekannte Parasitenfauna aller nachgewiesener Fischwirte verglichen, welche einen der nachgewiesenen 23 Parasitenarten beherbergen können.

1.4.6 Zugrundeliegende Arbeitshypothesen

Der vorliegenden Dissertation liegen folgende Arbeitshypothesen zugrunde:

- 1) Entlang der deutschen Ostseeküste lassen sich selbst für wirtschaftlich bedeutende Fischarten neue Gebietsnachweise für Fischparasiten erbringen.
- 2) Immigrierende Fischarten transferieren reine Salzwasserparasitenarten in die brackwassergeprägte Ostsee. Dabei ist die Parasitenfauna der Ostsee von typischen Generalisten geprägt.
- 3) Als heimische anadrome Fischart zeigt die Meerforelle *Salmo trutta trutta* L. entsprechend ihrer Lebensphase (Ostsee/ Süßwasser) eine charakteristische Parasitenfauna auf.
- 4) Zwischen den wildlebenden Fischen und der in offenen Netzgehegesystemen gezüchteten Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss* W.) findet ein Austausch der Parasitenfauna statt. Dabei ist aufgrund des Brackwasserstandortes in der Ostsee die Übertragung von potentiellen Schadparasiten reduziert.
- 5) Die Analyse der Zusammensetzung der Parasitengemeinschaften der Ostseefische kann diverse Rückschlüsse auf deren Biologie und Wanderungsbewegungen anzeigen.
- 6) Die Bedeutung der Phylogenie, Nahrungsökologie, Herkunft und des Habitats für den Befall der Ostseefische lässt sich anhand der Verbundgemeinschaft ihrer Parasiten erfassen.

Diese Arbeit liefert damit einen wesentlichen Beitrag für das Verständnis der Fischparasitenfauna der westlichen Ostsee und untersucht zum ersten Mal die Interaktionen zwischen Wild- und Zuchtfischen im Brackwasserbereich der Mecklenburger Bucht. Zudem werden für die in dieser Arbeit untersuchten Fischarten die Parasitengemeinschaften auf Ebene der Infra- und Komponentengemeinschaft beschrieben und für die deutsche Ostseeküste auf Ebene der Verbundgemeinschaft aktualisiert.

1.5 Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde die metazoische Parasitenfauna von vier wirtschaftlich bedeutenden Fischarten der Ostsee betrachtet. Dabei wurden mit dem Hornhecht und der Meerforelle, zwei in der Ostsee beheimatete Fischarten detailliert parasitologisch untersucht. Zudem wurde die Parasitengemeinschaft des Herings aus einer vorhergehenden Arbeit aufgrund seiner abweichenden Lebensweise charakterisiert. Der Hering und Hornhecht sind Wanderfischarten, welche annuell zwischen ihren Nahrungsgründen in der Nordsee bzw. der westlichen Ostsee und den Laichgründen innerhalb der Ostsee migrieren. Meerforellen sind anadrome Wanderfische, welche zwischen dem Brackwasser der Ostsee und dem Süßwasser der Laichgewässer wandern.

Die untersuchten Regenbogenforellen hingegen stellen eine weltweit verbreitete Zuchtart dar, welche erstmals als Neozoa Ende des 19. Jahrhunderts in die Ostsee eingebracht wurde. Diese wurde aus einem Netzgehegesystem in der Mecklenburger Bucht auf ihre Parasitengemeinschaft untersucht, um die Interaktionen mit den Faunenelementen der Ostsee darzustellen.

Die Analysen auf Stufe der Infra- und Metapopulation werden in den Kapiteln 2 bis 5 dargestellt, welche bereits als Veröffentlichungen international publiziert bzw. eingereicht wurden.

1.5.1 Fischparasiten der Ostsee und deren Nutzen als Bioindikatoren

Im Rahmen den vorliegenden Studien wurden 23 metazoische Parasitenarten aus den insgesamt 402 untersuchten Fischen aus der westlichen Ostsee betrachtet. Im Detail wurden neun Arten der Digenea, eine der Monogenea, vier der Cestoda, fünf der Nematoda und vier der Acanthocephala identifiziert. Dabei wurden aus den Heringen (Unger 2010) sowie hiermit aus den Meerforellen jeweils zwölf Arten isoliert, die Stichprobe der Hornhechte war mit neun Parasitenarten und die untersuchten Regenbogenforellen aus den Netzkäfigen mit vier Arten befallen.

Erstnachweise für die Mecklenburger Bucht wurden mit den Digeneen *Derogenes varicus*, *Hemiurus communis* und *H. luehei*, dem Cestoden *Diphyllbothrium dendriticum* und den Nematoden *A. simplex* (s.s.), *Contracaecum rudolphii* A und *H. aduncum* für die Meerforelle und mit den Digeneen *Brachyphallus crenatus* und *D. baeri* sowie den Acanthocephalen *E. truttae* und *Pomphorhynchus laevis* für die Regenbogenforelle erbracht. Mit dem Monogeneen *Axine belones*, dem Cestoden *Proteocephalus* sp., den Nematoden *A. simplex* (s.s.), *C. rudolphii* A und *H. aduncum* sowie dem Acanthocephalen *E. gadi* konnten weitere Erstnachweise für den Hornhecht in der Mecklenburger Bucht erbracht werden. Damit bestätigte sich die **Arbeitshypothese 1**, dass bei genauem Studium von gut untersuchten und häufigen Fischarten der Ostsee noch neue Wirts- und Gebietsnachweise erbracht werden können (siehe auch Kapitel 1.5.2.1). Lediglich für den Hering konnte **AH 1** nicht bestätigt werden.

Es wurden neben reinen marinen Parasitenarten auch Brackwasserarten und solche mit Süßwasserursprung nachgewiesen. Dabei war die Mehrzahl der Parasiten marin oder an das marine Milieu gebunden (15 Arten), acht Arten kamen ursprünglich aus dem limnischen Milieu. Reine Salzwasserparasiten, welche sich im Salzwasser unter hohen Salinitäten reproduzieren und damit nur in die Ostsee eingebracht werden können, wurden mit *A. simplex* in Hering, Hornhecht und Meerforelle und *A. belones* im Hornhecht nachgewiesen. Eine Erklärung dafür liegt in der Biologie, der untersuchten Fischarten. Aufgrund ihrer Einwanderung in die Ostsee können diese Fische entsprechende Parasitenarten bis weit in die östliche Ostsee hineintragen. Damit konnte die **Arbeitshypothese 2**, dass durch die einwandernden Fischarten reine Salzwasserparasiten in die Ostsee eingebracht werden, verifiziert werden (siehe auch Kapitel 1.5.2.1). Der einzige Parasit, welcher in allen vier untersuchten Fischarten nachgewiesen werden konnte, ist *P. laevis*. Jeweils drei der Fischarten wurden von *A. simplex*, *B. crenatus* und *Echinorhynchus gadi* als Wirte genutzt. Mit Ausnahme von *A. belones* (Monogenea), welcher spezialisiert auf *B. belone* ist, und *E. truttae* (Acanthocephala), welcher nur bei der Familie der Salmoniden parasitiert, sind 21 der 23 nachgewiesenen Arten Generalisten, welche diverse Wirte u.a. in der Nord- und Ostsee befallen. Dies bestätigt die **Arbeitshypothese 2**, wonach die Parasitenfauna der Ostsee durch typische Generalisten geprägt ist. Die Beschreibung der Parasitengemeinschaft der Meerforellen und die Beantwortung der **Arbeitshypothese 3** erfolgt in Kapitel 1.5.2.1.

Die untersuchten Regenbogenforellen wiesen neben den Süßwasserparasiten *E. truttae* und *D. baeri* ebenfalls den im Brackwasser der Ostsee abundanten Digeneen *B. crenatus* und den Acanthocephalen *P. laevis* auf. Beide Parasitenarten wurden folglich während der Zuchtperiode der Regenbogenforellen aus der Umgebung des Netzkäfigs über aufgenommene Zwischenwirte erworben. Im Falle von *B. crenatus* ist dies primär der Copepode *Acartia* sp. in der Ostsee (Reimer 1971). Für *P. laevis* treten diverse Gammariden, wie z. B. *Gammarus pulex*, *G. zaddachi* oder *Corophium voluntator* als ZW auf (Moravec 2004). Diese Interaktion mit den Faunenelementen der Ostsee auf Ebene der Parasiten sowie die Abwesenheit von Ektoparasiten und schadhaften oder zoonotischen Parasiten verifiziert die **Arbeitshypothese 4**, welche besagt, dass Interaktionen zwischen den Zuchtfischen und den freilebenden Fischen auf Ebene der Parasitengemeinschaft auftreten (siehe auch Kapitel 1.5.2.1).

Die Fragestellung der **Arbeitshypothese 5**, die Nutzung der nachgewiesenen Fischparasiten als biologische Indikatoren mit dessen Hilfe diverse Rückschlüsse auf die Biologie und das Wanderverhalten der Wirte gezogen werden können, wird ebenfalls in Kapitel 1.5.2.1 beantwortet.

Die nachgewiesenen Parasitengemeinschaften in der westlichen Ostsee überschneiden sich teilweise. Eine detaillierte Analyse der Infra- und Komponentengemeinschaften wird in den folgenden Kapiteln eingehend dargelegt. Dabei liegt der Fokus auf dem intraspezifischen Vergleich der Parasitengemeinschaften. Eine umfassende Betrachtung der Parasitengemeinschaft auf Ebene der Verbundgemeinschaft von Fischen der deutschen Ostsee wird im Kapitel 1.5.2.2 dargestellt. Die **Arbeitshypothese 6** wird in diesem Kapitel beantwortet.

1.5.2 Ökologische Parasitologie und Bioindikation

1.5.2.1 Charakterisierung der Infra- und Komponentengemeinschaften

Insgesamt wurden 210 **Heringe**, *Clupea harengus* L., von sechs Probennahmestellen, verteilt über die Ostsee, untersucht (Unger 2010), um mögliche zoogeographische Daten wie Wanderrouen, separierte Bestände oder das variierende Nahrungsspektrum mittels der Fischparasiten zu untersuchen. Auf Grundlage der darin vorgenommenen Identifizierungen wurden die Infra- und Komponentengemeinschaften in dieser Arbeit detailliert charakterisiert. Die Parasitengemeinschaften der Heringe an den unterschiedlichen Standorten variierten sehr stark. Die durchschnittliche Befallsstärke der Metapopulation, also die Prävalenz der Parasiten aller, in der Ostsee untersuchter Heringe war niedrig ($P < 20\%$; siehe Table II, **Unger et al. 2014**). Generell kann davon ausgegangen werden, dass im Vergleich zu den Zwischenwirten durch die Existenz von mehreren Mikrohabitaten im Fisch, dessen relativer Langlebigkeit und Mobilität, eine größere Anzahl potentiell realisierbarer Nischen für die Parasiten im Fisch zur Verfügung steht (Josten 2005). Die Infragemeinschaft der Mehrheit der Wirtsindividuen in der Kieler Bucht setzte sich aus einer (34,3%) oder zwei (37,1%) Parasitenarten zusammen (siehe Tab. 2). Ein Fünftel der untersuchten Heringe war parasitenfrei.

Tab. 2. Infragemeinschaften und Befallssituation der untersuchten Heringe an den sechs Standorten der Ostsee (jeweils $n = 35$). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger et al. (2014).

Gebiet	Kieler Bucht						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	7	12	13	2	0	1	1,4	1,1
Verteilung (in %)	20,0	34,3	37,1	5,7	0,0	2,9		
Gebiet	Adlergrund, Rügen						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	6	19	7	3	0	0	1,2	0,8
Verteilung (in %)	17,1	54,3	20,0	8,6	0,0	0,0		
Gebiet	Polen						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	24	8	2	1	0	0	0,4	0,7
Verteilung (in %)	68,6	22,9	5,7	2,9	0,0	0,0		
Gebiet	Litauen						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	30	4	1	0	0	0	0,2	0,5
Verteilung (in %)	85,7	11,4	2,9	0,0	0,0	0,0		
Gebiet	Finnischer Meerbusen, Estland						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	26	9	0	0	0	0	0,3	0,4
Verteilung (in %)	74,3	25,7	0,0	0,0	0,0	0,0		
Gebiet	Finnischer Meerbusen, Finnland						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	9	25	1	0	0	0	0,8	0,5
Verteilung (in %)	25,7	71,4	2,9	0,0	0,0	0,0		

Vor Rügen waren 17,1% der Heringe parasitenfrei, die Mehrheit der Individuen (54,3%) war mit einem Parasiten befallen. Vor Polen wurden 68,6% der Heringe parasitenfrei vorgefunden. Vor Litauen waren 85,7% der Fische unparasitiert und 11,4% wiesen einen Befall mit einer Parasitenart auf. Die Infragemeinschaft im Finnischen Meerbusen vor Estland wurde zum Großteil aus unparasitierten Heringen (74,3%) und mit einer Art befallenen Fischen gebildet (25,7%).

Es ist ersichtlich, dass ein Mehrfachbefall mit mehr als einer Parasitenart fast ausschließlich in den westlichen Gebieten auftrat, wo sich die Infragemeinschaft folglich als diverser darstellte als in den östlichen Gebieten. Im Westen wurden die Infragemeinschaften hauptsächlich durch die Anwesenheit der Digenea und des Nematoden *A. simplex* charakterisiert. Die östlichen Gemeinschaften waren ausschließlich durch die Metacercarien von *D. spathaceum* bestimmt. Diese größere Diversität und darüber hinaus die gemeinsame Zugehörigkeit der Heringe der drei westlichen Gebiete (Kieler Bucht, Rügen und Polen) zu einem Bestand konnte auf Ebene der Komponentengemeinschaft nachgewiesen und mithilfe des Sørensen Index dargestellt werden (siehe Tab. 3).

Tab. 3. Sørensen Index (S_i) der Parasitenfauna der Heringe der sechs Untersuchungsgebiete. FM, Finnischer Meerbusen.

	Kieler Bucht	Rügen	Polen	Litauen	FM Estland	FM Finnland
Kieler Bucht	7	0,71	0,57	0,33	0,20	0,20
Rügen		7	0,71	0,50	0,20	0,20
Polen			7	0,33	0,20	0,00
Litauen				5	0,50	0,50
FM Estland					3	0,33
FM Finnland						3

Die Komponentengemeinschaft zeigte in den westlichen Gebieten eine große Übereinstimmung mit jeweils sieben Parasitenarten. Die Gebiete Kieler Bucht und Rügen sowie Rügen und Polen wiesen jeweils fünf identische Arten auf. Mit einem S_i von 0,71 (Tab. 3) waren diese Parasitengemeinschaften als sehr ähnlich zu klassifizieren und wurden durch eingebrachte marine Spezies charakterisiert. Die paarweisen Vergleiche der Heringe der Kieler Bucht und Polen wiesen vier identische Arten auf ($S_i = 0,57$). Folglich war deren Ähnlichkeit als moderat zu beschreiben, da der Wert des Sørensen Index unter 0,6 lag.

Die Ähnlichkeiten im Sørensen Index zwischen den anderen Gebieten waren ebenfalls moderat, wobei geringe Ähnlichkeiten zwischen den westlichen Gebieten und denen im Finnischen Meerbusen aufgetreten sind, und keinerlei Übereinstimmung der Komponentengemeinschaften von Polen und Finnland bestand. Die Fische der Bestände der zentralen und östlichen Ostsee wiesen Werte des S_i zwischen 0,33 und 0,5 auf, was ebenfalls eine moderate Übereinstimmung der Artenzusammensetzung anzeigte. In Abbildung 4 ist ersichtlich, dass die mittlere Artenzahl an den westlichen Stationen Kieler Bucht (mPSU = 17,1) und Rügen (mPSU = 8,5) mit $1,4 (\pm 1,1)$ und $1,2 (\pm 0,8)$ am höchsten war. Die Entwicklung der Werte der mittleren Artenzahl der Komponentengemeinschaften der Heringe über den untersuchten Transekt der Ostsee bestätigte die von Remane (1958) aufgestellte Regel des Artenminimums im Brackwasser. Diese Regel besagt, dass im Brackwasserbereich zwischen 6 - 8 PSU die geringste Artendiversität vorherrscht. Dies ist durch die Abnahme der marinen Arten und der Süßwasserarten entlang der jeweiligen Gradienten bedingt. Im Bereich der zentralen Ostsee war der Artenreichtum der Parasitenfauna der Heringe am geringsten. Im Gebiet vor Polen (mPSU = 7,4) wurden durchschnittlich $0,4 (\pm 0,7)$ Arten gefunden und vor Litauen (mPSU = 7,6) lediglich $0,2 (\pm 0,5)$ Arten. Dort lag die mittlere Salinität exakt in dem von Remane (1958) aufgestellten Minimumsbereich zwischen 6 und 8 PSU. Das Gebiet am Eingang des FM vor Estland gehörte bei einer mittleren Salinität von 6,9 und $0,3 (\pm 0,4)$ Arten pro Hering mit in diese Gruppe. Weiter im Norden lag die

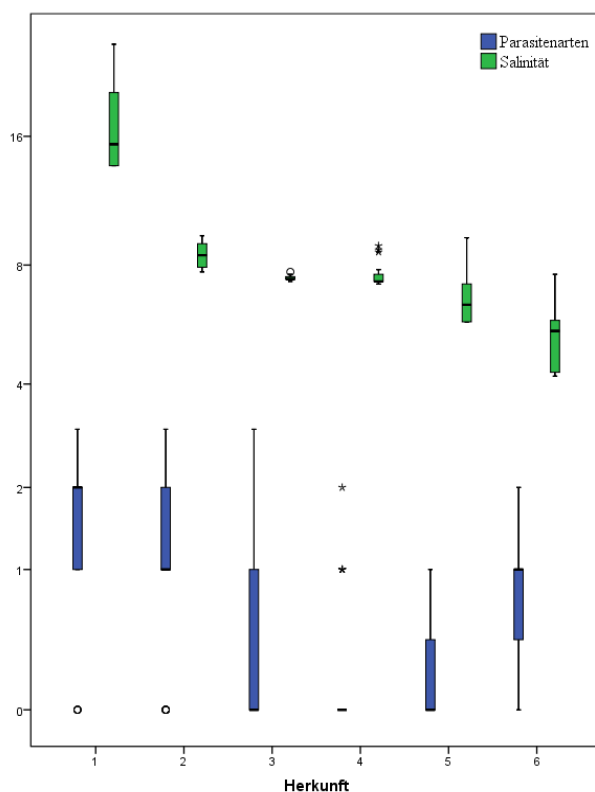


Abb.4. Boxplotdiagramme der mittleren Artenzahl und Salinität an den sechs Untersuchungsstandorten in der Ostsee. 1, Kieler Bucht (D); 2, Rügen (D); 3, Polen; 4, Litauen; 5, FM Estland; 6, FM Finnland.

mittlere Salinität unter 6 PSU. Dort konnte in Übereinstimmung mit der o.g. Regel ein leicht höherer Artenreichtum von $0,8 (\pm 0,5)$ bei einer mittleren Salinität von 5,6 nachgewiesen werden. Damit ist zu schlussfolgern, dass ein höheres Artenaufkommen in der salzhaltigen westlichen Ostsee und der ausgesüßten nördlichen Ostsee ein größeres Angebot von nutzbaren Wirtsorganismen und Nischen bedingt, welche für die Parasiten potentiell zur Verfügung stehen.

Neben der Unterschiedlichkeit der Infragemeinschaften konnte die Herkunft der Parasitenarten zur Unterscheidung der einzelnen Gebiete herangezogen werden. Dabei war ersichtlich, dass die westlichen Gebiete durch marine Fischparasiten geprägt waren. Der statistische Vergleich

der Intensität der Parasitenarten mittels ANOVA zeigte signifikante Unterschiede in der Ausprägung des Vorkommens von *Hemiurus luehei* in den Gebieten Kieler Bucht und Polen ($F = 11,13$, $p < 0,05$), was die Ausdünnung des Vorkommens dieses marinen Parasiten in der Ostsee vor Polen untermauert. Die Dominanz dieses Trematoden im westlichsten Untersuchungsgebiet wurde ebenfalls durch die niedrigen Werte des Pielou Index of Evenness ($E = 0,37$) und des Shannon Index of Species Diversity ($H = 0,72$) widerspiegelt (siehe Figure 3, **Unger et al. 2014**). Vor Polen wurde nur noch ein Exemplar von *H. luehei* festgestellt. Diese Gewässer bilden die östliche Verbreitungsgrenze von *H. luehei* (Reimer 1970). Es wurden hier ausschließlich Signifikanzen zwischen Gebieten analysiert, in denen der jeweilige untersuchte Parasit nachgewiesen wurde.

Die Heringsbestände durchmischten sich nicht ostseeweit, da sich die Zusammensetzung der Parasitenfaunen zwischen den Untersuchungsgebieten unterschieden hat. Durch den Befall der Heringe in der westlichen Ostsee mit *A. simplex* (s.s.) (Kieler Bucht $P = 14,3\%$ und Rügen $P = 2,9\%$), konnte nachgewiesen werden, dass diese Fische dem Bestand des westlichen Frühjahrslaichers zugehörig waren und aus weiter westlich gelegenen, salzigeren Nahrungsgründen in der Ostsee eingewandert sind. In der westlichen Ostsee stellten die anisakiden Nematoden *A. simplex* und *Contracaecum osculatum* wichtige Funde dar. Da *A. simplex* ein hohes zoonotisches Potential aufweist, ist dieser Fund relevant für die Lebensmittelsicherheit. Dieser Parasit ist durch seine obligaten Zwischenwirte, Krebse der Ordnung Euphausiacea, an das marine Milieu mit mindestens 20 PSU gebunden (Köhn und Gosselck 1989, Szostakowska et al. 2005). Demzufolge konnte die Einwanderung des westlichen Frühjahrslaichers (Vorkommen bis einschließlich Rügen) aus dem marinen Bereich nachgewiesen werden. Zusätzlich zu diesen Erkenntnissen, konnte eine Abgrenzung dieses westlichen Heringsbestandes zum Bestand der zentralen Ostsee gezogen werden, da *A. simplex* weiter östlich nicht mehr vorgefunden wurde. Generell ist die Parasitenfauna und die Befallsintensität in der zentralen Ostsee verarmt. Lediglich generalistische Arten wurden vereinzelt in diesem Bereich nachgewiesen, wobei deren Prävalenzen mit Ausnahme von *E. gadi* (11,4%) allesamt unter 10% lagen und damit als seltene Arten (<5%) oder Satellitenarten (5 - 40%) eingestuft werden konnten (nach Holmes und Price 1986). Weder eine westwärts gerichtete Laichwanderung, noch eine Interaktion mit den nord-östlichen Beständen des FM konnte beobachtet werden.

Die Infragemeinschaft der Heringe des nördlichen Bestands im FM wurde hingegen ausschließlich durch die Anwesenheit von *D. spathaceum* (Digenea) geprägt, einem Parasiten mit limnischem Lebenszyklus. Der Pielou Index of Evenness nahm im Gebiet Finnland den niedrigsten Wert von 0,43 an und deutete, ähnlich wie der Shannon Index of Species Diversity ($H = 0,47$), auf eine schwach diverse Parasitenfauna hin (siehe Figure 3, **Unger et al. 2014**). *Diplostomum spathaceum* ist durch die Verbreitungsgrenze seines obligatorischen ersten Zwischenwirts, ein Gastropode der Art *Radix ovata* an eine Salinität unter 8 PSU gebunden (Zander und Reimer 2002). Die untersuchten Heringe aus dem FM wiesen einen Befall mit *D. spathaceum* von $P = 71,4\%$ und $P = 17,1\%$ auf. Zwischen Finnland und Estland konnten signifikante Unterschiede zwischen den Abundanzen von *D. spathaceum* mittels

ANOVA festgestellt werden ($F = 18,21$, $p < 0,05$), was ebenfalls die limnische Herkunft dieses Parasiten unterstützt. Da Heringe, die mit diesem Parasiten befallen waren, nur in dessen regulärem Verbreitungsgebiet vorkamen, kann eine auswärts gerichtete Migration in weiter südlich gelegene Ostseeteile (= salzigere Regionen) zu dem Probennahmezeitpunkt ausgeschlossen werden. Alle anderen Nachweise in diesem Gebiet waren Einzelfunde bei einem oder zwei Individuen in der gesamten Komponentengemeinschaft. Es konnte mit Hilfe der Bioindikation der Parasitenfauna der Ostseeheringe eine Trennung von drei großen Beständen aufgezeigt werden. Durch diese Ergebnisse konnte die aufgestellte **Arbeitshypothese 5**, dass mit Hilfe der Parasitenfauna Rückschlüsse auf Wanderbewegungen und die generelle Biologie der Wirte gezogen werden können, verifiziert werden. Campbell et al. (2007) zeigten, dass die Parasitengemeinschaften von Heringen innerhalb der Untersuchungsgebiete über einen Untersuchungszeitraum von mehr als 30 Jahren (Beprobung 1973, 1982 und 2002 - 2005) stabil geblieben sind. In Übereinstimmung zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie wies die Zusammensetzung der Parasitengemeinschaft zwischen den untersuchten Laichgebieten der Heringe signifikante Unterschiede auf (Campbell et al. 2007). Diese räumliche Varianz der Prävalenz und Abundanz der Parasitenarten ermöglicht es, verschiedene Heringsbestände im Bereich des Nordatlantiks zu separieren (Campbell et al. 2007).

Als anadromer Wanderfisch wurde die **Meerforelle**, *Salmo trutta trutta* L., zum einen in der küstennahen westlichen Ostsee um Rostock beprobt und zum anderen während der Laichwanderung in verschiedenen Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern mittels Elektro-Fischerei gefangen. Alle untersuchten Meerforellen waren mit Parasiten befallen. Die durchschnittliche Befallsstärke, also die mittlere Intensität des Parasitenbefalls, war mit $44,3 (\pm 131,6)$ hoch im Vergleich zu den Meerforellen aus den Flüssen $11,8 (\pm 14,7)$. Die mittlere Artenanzahl der Meerforellen im Brackwasser lag bei $3,1 (\pm 1,3)$. Bis zu sechs verschiedene Parasitenarten pro Individuum konnten nachgewiesen werden (bei einem Fisch). Die Infragemeinschaft der Meerforellen setzte sich größtenteils aus Individuen zusammen, welche mit zwei (25,7%), drei (28,6%) oder vier (22,9%) Parasitenarten befallen waren (siehe Tab. 4). Die Komponentengemeinschaft der Meerforellen der Ostsee setzte sich aus zwölf Parasitenarten zusammen (siehe Table I, **Unger und Palm 2016**).

Tab. 4. Infragemeinschaften und Befallssituation der untersuchten Meerforellen aus der Ostsee ($n = 35$) und den Fließgewässern ($n = 17$). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger und Palm 2016.

Gebiet	Ostsee							MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5	6		
Anzahl	0	3	9	10	8	4	1	3,1	1,3
Verteilung (in %)	0,0	8,6	25,7	28,6	22,9	11,4	2,9		
Gebiet	Flüsse							MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5	6		
Anzahl	0	11	5	0	1	0	0	1,5	0,8
Verteilung (in %)	0	64,7	29,4	0	5,9	0	0		

Die Komponentengemeinschaft von *S. trutta* aus den Flüssen stellte sich hingegen im Vergleich zu den Fischen aus der Ostsee mit fünf Arten als verarmt dar. Die mittlere Artenanzahl der

Infragemeinschaft lag bei 1,5 ($\pm 0,8$) und die Mehrheit der Fische war mit einem Parasiten befallen (64,7%). Lediglich bei einem Individuum konnte der Befall mit vier Parasitenarten nachgewiesen werden. Der Sørensen Index der beiden Untersuchungsgebiete zeigte mit einem Wert von 0,59 eine moderate Übereinstimmung der Parasitenfauna an. Diese sichtbaren Unterschiede der Befallssituation spiegelten die Parasitengemeinschaften am jeweiligen Aufenthaltsort der Fische wider. Es ging ein relevanter Anteil der typischen Brackwasserarten während des Süßwasseraufenthaltes der Forellen verloren (z. B. *D. varicus*, *H. luehei*, *H. communis*, *P. atomon*; Digenea, siehe Table I, **Unger und Palm 2016**) oder sie minierten sich signifikant in ihrer Häufigkeit (*Brachyphallus crenatus*, T-Test, $F = 16,92$, $p < 0,05$). Andererseits gelangten während des Aufenthaltes im Fluss spezifische Süßwasserarten in die Fische (*Eubothrium crassum*, *Diphyllbothrium dendriticum*; Cestoda, siehe Table I, **Unger und Palm 2016**). Byrne et al. (1999) untersuchten die Parasitengemeinschaft von Meerforellen an zehn Standorten der Westküste Irlands. Es konnten in 129 untersuchten Exemplaren elf Parasitenarten nachgewiesen werden, von denen lediglich vier Arten eine Prävalenz $>20\%$ aufwiesen. Die berechneten Abundanzen waren ebenfalls deutlich geringer als in den Meerforellen aus der Ostsee. Der Großteil der Fische in Irland wurde im Süßwasser gefangen, wo sich *S. trutta* laut den Autoren zum Fangzeitpunkt seit kurzer Zeit aufgehalten hatte, was die Dominanz von digenen Trematoden und die insgesamt als verarmt eingestufte Parasitengemeinschaft erklären konnte. Es konnte demnach in der vorliegenden Ausarbeitung eine diversere Parasitengemeinschaft bei der Meerforelle in der Ostsee nachgewiesen werden. Dogiel (1964) konnte aufzeigen, dass die Parasitenfauna von Lachsen, *Salmo salar* zunächst während der limnischen Lebensphase ausschließlich von Süßwasserparasiten geprägt war. Nach der Smoltifikation und der Abwanderung in das marine Milieu wurde die Parasitenfauna komplett ausgetauscht und durch marine Arten ersetzt.kehrte der anadrome Wanderfisch in das Süßwasser zurück, konnte dies an einem vorübergehenden Wechsel der Parasitenfauna hin zur Anwesenheit von einigen Süßwasserarten festgemacht werden. Bei Rückkehr der Lachse in den Ozean gingen diese Arten allerdings wieder verloren und marine Parasitentaxa bildeten die Parasitengemeinschaft. In der vorliegenden Ausarbeitung konnte abweichend dazu bei Meerforellen gezeigt werden, dass einige der typischen Süßwasserarten in der Parasitengemeinschaft der adulten Meerforellen im Brackwasser erhalten blieben. Diese Arten etablierten sich in den Meerforellen, da sie aufgrund ihres Mikrohabitats im Wirt oder ihren metabolischen Fähigkeiten dauerhaft im Brackwasser überdauern konnten.

Es ist anzunehmen, dass die Infektionen dieser limnischen Parasitentaxa hauptsächlich aus der frühen Lebensphase der Meerforellen im Süßwasser stammten, allerdings auch während den Laichwanderungen „aufgefrischt“ und erneuert wurden. Diese These konnte für die nachgewiesenen Cestoda *D. dendriticum* und *E. crassum* im Rahmen von leichten Anstiegen der Prävalenz während des Süßwasseraufenthaltes bekräftigt werden, welche jedoch nicht als signifikant einzustufen waren (*D. dendriticum*, T-Test, $F = 6,82$, $p = 0,22$; *E. gadi*, T-Test, $F = 0,34$, $p = 0,97$). Ślusarski (1958) konnte den Wechsel der Digeenenfauna bei jungen Lachsen und Forellen aufzeigen. Nachdem in den

ersten beiden Jahren des Aufenthaltes im oberen und mittleren Flussbereich verschiedene Süßwasser-Digeneen, wie *Crepidostomum metoecus*, *Nicolla wisniewski* und *Phyllodistomum simile* nachgewiesen wurden, verschwanden diese im dritten Lebensjahr der Fische mit dem Erreichen des Ozeans. In dieser Phase wurden die Fische von marinen Digenea, wie beispielsweise *Aphanurus balticus*, *H. luehei*, *H. raabei* und *B. crenatus* befallen. Bei der Rückkehr der Fische in den Mündungsbereich des Flusses überdauerten nur *B. crenatus*, *Lecithaster gibbosus*, sowie die Süßwasserart *Azygia lucii*.

Durch die Anwesenheit des Neozoon Regenbogenforelle im Habitat der Meerforellen können sich zahlreiche Nachteile für letztere ergeben. Elliot (1973) zeigte, dass das Nahrungsspektrum von heranwachsenden Meerforellen und Regenbogenforellen in den Flüssen sehr ähnlich ist und auch vergleichbare Mengen an Nahrungsorganismen konsumiert wurden. Jedoch schlüpft die Brut der Meerforellen im Vergleich zu der der Regenbogenforellen etwa 4 - 8 Wochen früher, was zunächst zu einem Größenvorteil für *S. trutta* im Konkurrenzkampf führt (Elliot 1973). Dieser egalisiert sich jedoch durch das langsamere Wachstum der Meerforellen in der Folge wieder. Im Laborversuch waren die Größen der Parr beider Arten nach fünf Wochen vergleichbar (Rose 1986). Landergren (1999) studierte die Beeinflussung von juvenilen Meerforellen (Alevin und Parr) durch Regenbogenforellen in Laborexperimenten. Dabei zeigte sich eine negative Beeinflussung der Meerforellen durch die Präsenz der Regenbogenforellen. Dies äußerte sich durch eine Verdrängung der Parr von *S. trutta* stromabwärts und ein reduziertes Wachstum im Vergleich zu den Kontrollversuchen, in denen die beiden Salmonidenarten getrennt gehalten wurden (Landergren 1999). In Studien von Cunjak (1982) zeigte sich bei ähnlichen Vergesellschaftungsexperimenten von Regenbogenforellen mit Bachsaiblingen, *Salvelinus fontinalis*, eine vertikale Verdrängung von *S. fontinalis* aus den oberen Schichten in die grundnahen Bereiche. Analog dazu konnte Landergren (1999) ebenfalls die vertikale Verdrängung der Meerforellen aus den oberen Schichten in die grundnahen Bereiche beobachten. Die Saiblinge und Meerforellen suchten Schutz unter Steinen und verließen lediglich bei angebotenen Futter ihre Deckung. Beide Autoren beobachteten in ihren Experimenten, dass dieses Verhalten der Salmoniden ohne die Anwesenheit von Regenbogenforellen weniger ausgeprägt war.

Der durchgeführte Vergleich der Parasitenfaunen der Meerforelle in Süßwasser- und Brackwasserhabitaten bestätigt die aufgestellte **Arbeitshypothese 3**. Es konnten deutliche Unterschiede in der Prävalenz und Intensität der Infragemeinschaften der Forellen im jeweiligen Habitat beobachtet werden. Durch die Aufstellung von sieben neuen Gebietsnachweisen für Parasiten der Meerforelle konnte die **Arbeitshypothese 5** ebenfalls verifiziert werden.

Die in einer kommerziellen Netzkäfiganlage vor Nienhagen bei Rostock kultivierten **Regenbogenforellen**, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), können aufgrund der schwierigen Witterungsbedingungen am Standort der westlichen Ostsee nur zwischen Frühjahr und Spätherbst in der Ostsee verbleiben. Der Besatz wird jährlich im späten Frühjahr aus Brutstationen in Dänemark zugekauft und in die Ostsee eingebracht, um über den Sommer bis in den Spätherbst gemästet zu

werden. Demzufolge haben die Fische bereits eine gewisse Größe zum Zeitpunkt des Besatzes (TG 693,8±99,4g im Mai 2014). Gegebenenfalls können die Forellen bereits Parasiten während des Vorstreckens aufgenommen haben und diese bei Besatz in die Ostsee transferieren. Demzufolge wurde das Beprobungsschema so gewählt, dass die Fische unmittelbar nach dem Transfer vom Süß- ins Brackwasser mit Einbringung in die Netzkäfige und unmittelbar vor Ende der Ostseesaison beprobt wurden.

Die Infragemeinschaft der Regenbogenforellen ist als verarmt zu kategorisieren. Es waren insgesamt 28 Fische mit Parasiten befallen, wobei die mittlere Intensität bei 2,1 lag ($\pm 1,9$). Folglich wiesen 73,3% der Fische ($n = 77$) keinen Befall mit Parasiten auf. Eine Parasitenart beherbergten 23,8% der Regenbogenforellen und mit zwei Parasitenarten war jeweils ein Fisch befallen. Die Komponentengemeinschaft der Regenbogenforellen ist mit vier Parasitenarten ebenfalls verarmt. Die mittlere Diversität war mit 0,3 ($\pm 0,5$) sehr gering, da keiner der vier Parasitenarten an allen drei Probenahmen nachgewiesen wurde (siehe Table 1, **Unger und Palm 2017**). Die beiden isolierten Digeneen *B. crenatus* und *D. baeri* wurden jeweils an zwei der durchgeführten Stichproben nachgewiesen.

Lediglich *B. crenatus* und *P. laevis* kommen regelmäßig in der Ostsee vor. Der Salzwasserparasit *B. crenatus*, welcher in der Ostsee weit verbreitet ist, wurde während des Ostseeaufenthaltes durch die Regenbogenforellen aufgenommen. *Pomphorhynchus laevis* ist ein weit verbreiteter generalistischer Parasit und weist ein Verbreitungsmuster auf, welches sowohl Süßwasser- als auch Brackwasserarten beinhaltet. Diese Art kann dementsprechend in der frühen Lebensphase von *O. mykiss* im Süßwasser oder erst in der Ostsee aufgenommen worden sein. Die Arten *D. baeri* und *E. truttae* wurden lediglich in den, im Jahr 2014 untersuchten Fischen nachgewiesen, wobei *E. truttae* einzig im Mai 2014 isoliert wurde. Beide Arten sind ausschließlich im Süßwasser verbreitet und können ihre Lebenszyklen im Untersuchungsgebiet nicht vollenden. Der Acanthocephale *E. truttae* parasitiert im Darm der Salmoniden und kann offensichtlich nicht über längere Zeit (<6 Monate) in der Ostsee überdauern (**Unger und Palm 2017**). Die hier gewonnen Daten legen nahe, dass dieser Parasit als Bioindikator für die Herkunftsanalyse der Fische genutzt werden kann. Es ist durch diesen Nachweis ersichtlich, dass die Regenbogenforellen in einer offenen Aquakulturanlage (z. B. Durchflussanlagen, unabgedeckte Teiche oder offene Netzkäfige) im Süßwasser vorgestreckt wurden, wo eine Aufnahme der Zwischenwirte von *E. truttae*, Amphipoda wie u.a. *Gammarus pulex*, *G. balcanicus*, *G. fussarum*, *Echinogammarus stammeri* oder *Pontoporeia affinis* möglich war. Die Metacercarien von *D. baeri* wurden in den untersuchten Fischen aus 2013 nicht nachgewiesen, was indizieren kann, dass die Herkunft der Chargen der eingesetzten Forellen aus 2013 und 2014 unterschiedlich war. Es ist möglich, dass die eingesetzten Fische in 2013 aus einer geschlossenen Kreislaufanlage stammten, da in dieser Probe weder *E. truttae* noch *D. spathaceum* oder andere Süßwasserparasiten nachgewiesen werden konnten. Es konnte ein wildlebendes Exemplar von *O. mykiss* in der Ostsee mit der Handangel gefangen und parasitologisch untersucht werden. Die Parasitenfauna dieses Tieres war durch einen

intensiven Befall mit dem Nematoda *H. aduncum* sowie den Acanthocephala *E. gadi* und *P. laevis* geprägt und differierte folglich stark von der der gezüchteten Regenbogenforelle (siehe Table 1 und 2, **Unger und Palm 2017**).

Als einziger weiterer Vertreter der Familie Salmonidae sind bisher die Meerforellen in unmittelbarer Umgebung des Netzkäfigs untersucht worden (**Unger und Palm 2016**). Diese waren mit den Kernarten *B. crenatus* ($P(\%) = 82,8$) und *Eubothrium crassum* ($P(\%) = 71,4$) infiziert. Ersterer gilt als weitverbreiteter Generalist mit großen Wirtsspektrum in der Ostsee und konnte in *O. mykiss* nachgewiesen werden. *Eubothrium crassum* hingegen ist ein Salmoniden-spezifischer Parasit aus dem Süßwasser und konnte in *O. mykiss* nicht nachgewiesen werden.

Die **Arbeitshypothese 4** konnte bestätigt werden, da eine Aufnahme von Parasiten aus der Umwelt in einem begrenzten Umfang stattfand. Weiterhin konnten keine Schadparasiten nachgewiesen werden, welche den ökonomischen Erfolg der Aquakultur gefährden würden, wie beispielsweise im Filet parasitierende Würmer oder ektoparasitische Crustacea und Monogenea, welche den Ertrag reduzieren und Mortalitäten der Fische erhöhen würden. Die indikatorische Nutzung der isolierten Süßwasser-Parasitenarten zeigte, dass eine Analyse der Parasitengemeinschaften von gezüchteten Fischen sinnhaft ist, um beispielsweise das verwendete Besatzmaterial zu optimieren oder das Süßwasser als Quelle möglicher euryhaliner Schadparasiten auszuschließen (**Arbeitshypothese 4**). Nach Kennedy und Bush (1994) befallen die Regenbogenforellen umso mehr generalistische Parasitenarten, je weiter der Fisch von seiner ursprünglichen Heimat (Nordamerika) entfernt ist. In ihrer Heimat hingegen dominieren familien- und gattungsspezifische Arten, welche gleichermaßen mit steigender Entfernung zum Ursprung von *O. mykiss* abnehmen. Dabei konnte zudem beobachtet werden, dass die Gattungs-Spezialisten schneller verschwunden waren als die Familien-Spezialisten.

Im Frühjahr und Sommer 2012 wurden 35 **Hornhechte**, *Belone belone* (Linnaeus, 1761), mit der Handangel zwischen Warnemünde (54°10'38.4"N, 12°03'12.1"E) und Nienhagen (54°09'54.4"N, 11°57'21.9"E) gefangen. Die Infragemeinschaft der Hornhechte kann als moderat eingeordnet werden. Die mittlere Intensität des Befalls der Infragemeinschaft von *B. belone* lag bei 2,5 ($\pm 1,1$). Einen Befall mit einer Parasitenart wiesen 14,3% der untersuchten *B. belone* auf, 28,6% der Hornhechte beherbergten zwei Parasitenarten, 40,0% bzw. 8,6% wiesen drei oder vier Arten auf und 5,7% der Hornhechte waren mit fünf Arten befallen (Tab. 5). Als unparasitiert konnte nur einer der Hornhechte vorgefunden werden. Die Komponentengemeinschaft des Hornhechts bestand aus neun Parasitenarten. Im Rahmen dieser Studie konnten sechs neue Gebietsnachweise für Parasiten des Hornhechts in der deutschen Ostsee erbracht werden (siehe Table I, **Unger et al., in Revision**). Diese und weitere Nachweise der anderen untersuchten Fischarten bestätigen die Gültigkeit der **Arbeitshypothese 1**.

Als schnellwandernde Fischart sind Migrationen bis in den Bottnischen Meerbusen an die östliche Küste von Schweden nachgewiesen worden (Dorman 1991).

Tab. 5. Infragemeinschaft und Befallssituation der untersuchten Hornhechte aus der Ostsee (n = 35). MW, Mittelwert; SD, Standardabweichung. Daten erweitert nach Unger et al., in Revision.

Gebiet	Ostsee						MW	SD
Parasitenarten	0	1	2	3	4	5		
Anzahl	1	5	10	14	3	2	2,5	1,1
Verteilung (in %)	2,9	14,3	28,6	40,0	8,6	5,7		

Sämtliche nachgewiesene Parasitenarten des Hornhechts besitzen einen marinen Lebenszyklus. Diese Nachweise stammten allesamt von Hornhechten, die unmittelbar vor dem Abbläichen im Mai 2012 gefangen wurden. Es ist demnach wahrscheinlich, dass die Parasitengemeinschaft in Gänze eingeschleppt wurde. Diese Funde führen dazu, dass die **Arbeitshypothese 2** bestätigt werden kann. Unter den marinen eingebrachten Arten findet sich mit *A. simplex* eine Art, die in der Literatur als bewährter Bioindikator zur Migrations- und Herkunftsanalyse sowie zur Bestandsabgrenzung genutzt wurde (Grabda 1974, Lang et al. 1990, Podolska et al. 2006, **Unger et al. 2014**, **Unger und Palm 2016**). Allerdings wurde *A. simplex* zum ersten Mal bei Hornhechten im deutschen Ostseegebiet nachgewiesen, was dessen Spektrum der Bioindikation erweitert. Ebenfalls von mariner Herkunft ist der Ektoparasit *A. belones*. Dieser Monogenea ist ein Spezialist von *B. belone* und wurde bisher nur im hyperhalinen Milieu nachgewiesen. Dieser Erstnachweis im Brackwasser der Ostsee bedingt eine Erweiterung der äußersten Verbreitungsgrenze und stellt die Erkenntnisse über die Überlebensfähigkeit von eingebrachten Ektoparasiten im Brackwassermilieu von Möller et al. (1978) in Frage. Die Parasitengemeinschaft wurde nicht durch Digenea beherrscht, lediglich *Lecithaster confusus* mit niedriger Prävalenz (P = 17,2%) wurde nachgewiesen. Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Parasitenfauna des Hornhechts in der westlichen Ostsee maßgeblich durch eingebrachte Taxa bestimmt wurde und mit *A. belones* eine auf den Hornhecht spezialisierte Parasitenart in die Ostsee eingebracht hat. Diese Funde verifizieren die **Arbeitshypothese 5** ebenfalls für die Parasitengemeinschaft des Hornhechts.

1.5.2.2 Charakterisierung der Verbundgemeinschaft

Die obige Analyse (Kapitel 1.5.2.1) der Parasitengemeinschaft war durch die Anzahl der untersuchten Fischarten und die darin nachgewiesenen Parasitenarten limitiert, und wurde daher im folgenden Kapitel um die Betrachtung der Verbundgemeinschaft in der deutschen Ostsee erweitert. Dabei werden die Parasitengemeinschaften derjenigen Fischarten der deutschen Ostseeregion in Beziehung gesetzt und die Einzelnachweise zusammengetragen, welche nach dem aktuellen Stand der Literatur mit mindestens einer der in den vier Fischarten nachgewiesenen Parasitenarten befallen waren (siehe Anhang Tabellen 24 - 31). Diese Gemeinschaft von Wirten und Parasiten wird im Folgenden als Verbundgemeinschaft der deutschen Ostseeregion definiert, auch wenn weitere Fischarten mit anderen Parasiten dort vorkommen. Diese Vorgehensweise ermöglicht eine auf

Grundlage der eigenen Untersuchungsergebnisse (**Unger et al. 2014, Unger und Palm 2016, 2017, Unger et al. In Revision**) erbrachte Beschreibung der Verbundgemeinschaft für die deutsche Ostseeregion.

Palm et al. (in Revision) untersuchten die Biologie von Elasmobranchii mit Hilfe ihrer Parasitengemeinschaft der Bandwurm-Ordnung Trypanorhyncha, Diesing 1863. Mittels nicht-metrischer Multidimensionaler Skalierung (nMDS) wurden die Muster der Parasitennachweise von Trypanorhyncha in Elasmobranchii (Haie) in Abhängigkeit der Taxonomie und der Biologie ihrer Wirte untersucht. Dabei wurden die nicht-metrischen Variablen, wie die Ernährungsweise, die ökologische Nische im Ozean (pelagisch vs. benthisch) bzw. der vertikalen Verbreitung in den Tiefzonen gegenüber gestellt. Die Autoren konnten nachweisen, dass die Parasitenfauna in Elasmobranchii am stärksten durch die Ernährungsweise, die ökologische Nische und den bevorzugten Tiefenbereich der Wirte beeinflusst wurde.

Die hiermit untersuchte Parasitengemeinschaft basierend auf den vier Fischarten Hering, Meerforelle, Regenbogenforelle und Hornhecht setzt sich aus 161 Nachweisen metazoischer Parasitenarten zusammen. Die Digenea stellen mit 39,7% der Gesamtzahl die mit Abstand größte Gruppe dar. Nematoda sind mit einem Anteil mit 15,5% und Cestoda mit 10,6% vertreten. Die statistische Analyse der Verbundgemeinschaft erfolgte mit Hilfe von Stammbaumanalysen (CLUSTER), Multidimensionaler Skalierungen (MDS), der ANOSIM-Analyse sowie der prozentualen Ähnlichkeitsanalyse (SIMPER). Es wurde eine Klassifizierung der Parasitengemeinschaft nach den nicht-metrischen Variablen, dem **Nahrungsspektrum** der Fische (Invertebraten, Teleostei, Teleostei und Vertebraten und Teleostei und Invertebraten), der **Tiefenorientierung** (pelagisch, benthopelagisch und demersal), der **systematischen Einordnung (auf Ordnungsniveau)** und der **Herkunft** der Fischarten (strikt marin, marin, strikt limnisch und limnisch) vorgenommen (u.a. nach Muus und Nielsen 1999, Thiel und Thiel 2015, Barz und Zimmermann 2017, Froese und Pauly 2017).

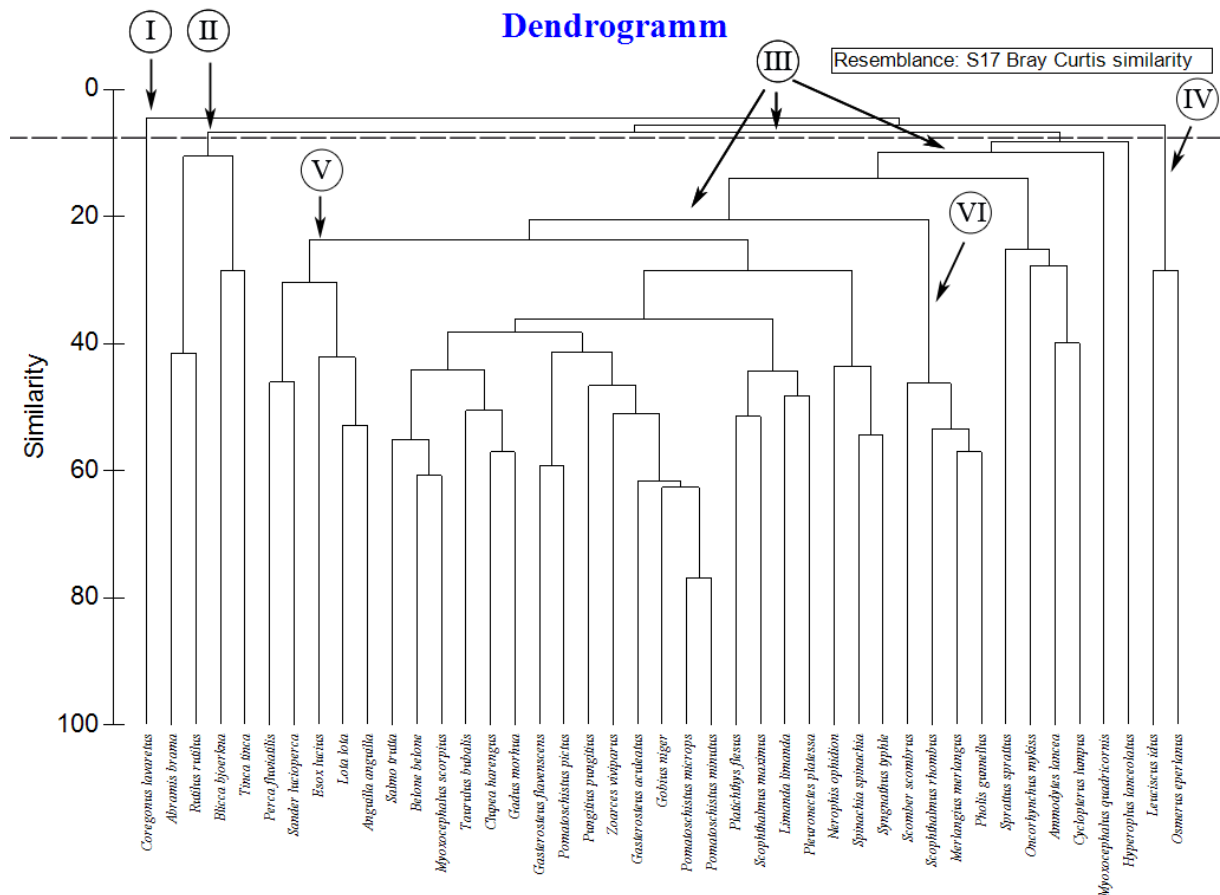


Abb. 5. Dendrogramm der Verbundgemeinschaft anhand der Clusteranalyse der Parasitengemeinschaften der Ostseefische.

In Abbildung 5 ist das resultierende hierarchische Dendrogramm aus der Parasitengemeinschaftsanalyse der untersuchten Fische in der deutschen Ostseeregion dargestellt. Es ergeben sich vier Hauptgruppen (Cluster) auf einer frei gewählten Stufe der Unterschiedlichkeit (Dissimilarität) von 91%. Cluster I steht isoliert und beinhaltet einzig den Ostseeschnäpel. Cluster II setzt sich aus vier Fischarten zusammen. Cluster III umfasst eine große Gruppierung von Fischen, innerhalb welcher zwei untergeordnete Cluster V und VI markiert wurden. Diese Untergruppen trennen sich bei einer Unterschiedlichkeit von ca. 20% (Cl. VI) und etwa 25% (Cl. V) ab. Cluster IV bildet einen kleinen Verbund aus zwei Fischarten und separiert sich bereits bei einer sehr geringen Ähnlichkeit von 5%.

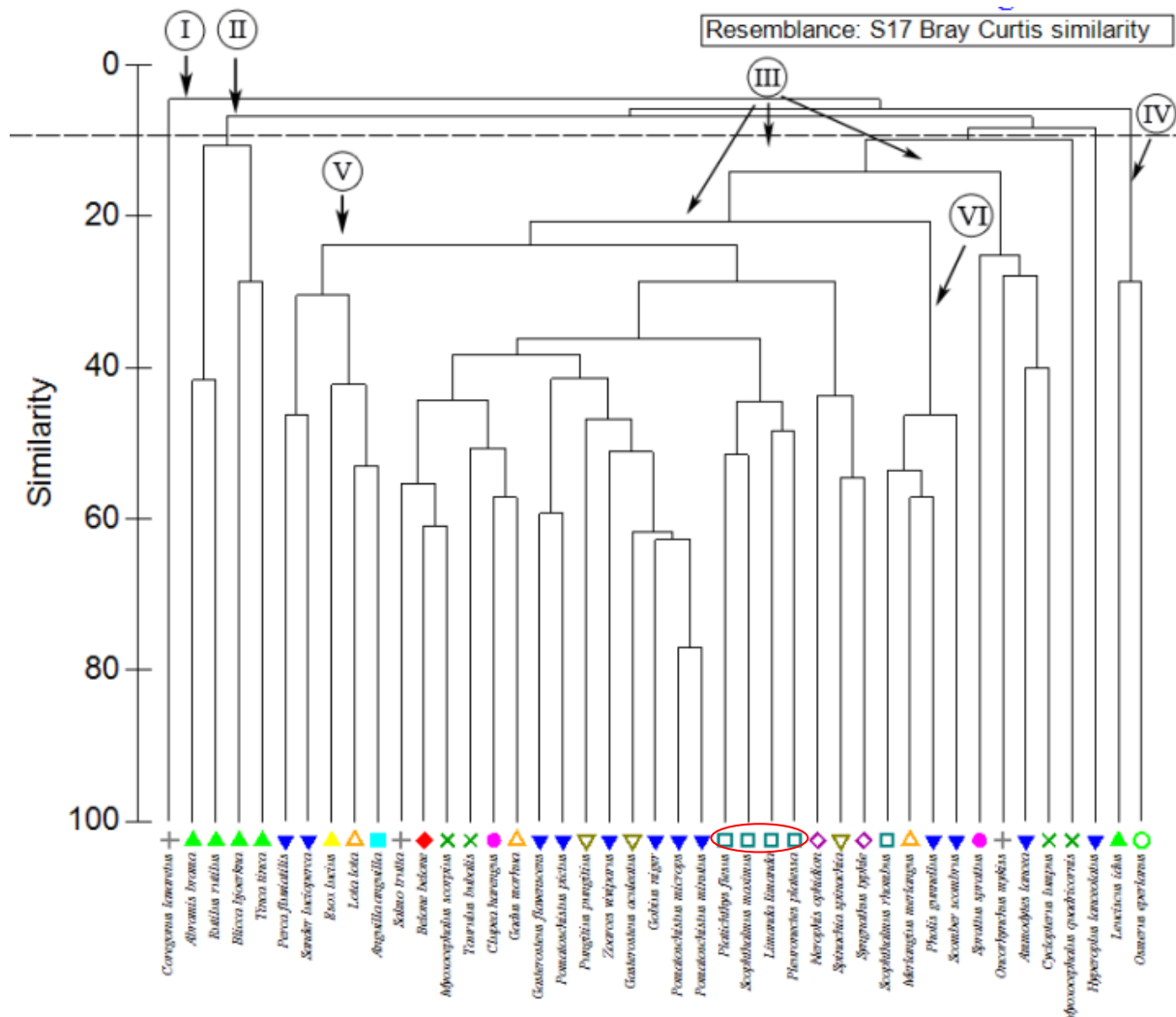
Die Klassifizierung der Parasitengemeinschaft nach dem **Habitat** der Fische lässt keine eindeutige Charakterisierung der sechs Gruppen erkennen (siehe Abb. 6). Es ist zu schlussfolgern, dass die Parasitenfauna der Fische an der deutschen Ostsee nicht über das Habitat der Wirte bestimmt wurde. Es lassen sich keine signifikanten Unterschiede aufgrund der Lebensweise, pelagisch, benthopelagisch oder demersal, herausarbeiten. Dies ist in der Topographie der westlichen Ostsee begründet. So weist die westliche Ostsee sehr ausgedehnte und flache Küsten-, Bodden- und Haffbereiche auf und besitzt eine geringe mittlere Tiefe von lediglich ca. 15 - 20 m. Dies führt zu einer Überlappung der vertikalen

[illegible]

Die Einteilung des Dendrogramms nach der systematischen Einordnung zeigt vereinzelte zusammengehörige Gruppen auf (siehe Abb. 7). So wird Cluster II aus Weißfischen, den Cypriniden, gebildet. Weiterhin ist eine Gruppierung der Pleuronectiformes innerhalb des Clusters III zu erkennen. Diese Gruppe ist in Abbildung 7 durch eine rote Rahmung markiert. In den vier übrigen Clustern lassen sich keine Verwandtschaften erkennen. Dies ist vor allem durch die systematische Einteilung auf Rangstufe der Ordnung zu erklären. Diese Stufe steht zwischen der Klasse und Familie und ist demnach zu grob, um umfassende Interaktionen beobachten zu können. Dies wird am Beispiel der Barschartigen, Perciformes deutlich, da sich Mitglieder dieser Ordnung durch ihre sehr unterschiedliche Biologie über das gesamte Spektrum des Dendrogramms verteilen. Perciformes sind

Abb. 7. Dendrogramm der Unterscheidung nach der systematischen Einordnung (auf Ordnungsniveau) der Anguilliformes (■), Beloniformes (◆), Clupeiformes (●), Cypriniformes (▲), Esociformes (▲), Gadiformes (▲), Gasterosteiformes (▼), Osmeriformes (●), Perciformes (▼), Pleuronectiformes (■), Salmoniformes (+), Scorpaeniformes (✕) und Syngnathiformes (◆).

33



Sander lucioperca; Barsch, *Perca fluviatilis*) eingestuft wurden, welche demnach durch ihr Nahrungsspektrum und die Herkunft eine charakteristische und abtrennbare Parasitengemeinschaft vorweisen.

Das Nahrungsspektrum der übrigen Fische des prominenten Cluster III, einschließlich der Untergruppe VI, beinhaltet **Invertebraten**, **Teleostei** sowie **Teleostei und Invertebraten** und ließ keinerlei engere Charakterisierung der Gruppe zu. Cluster IV bildete eine Außengruppe und wurde durch den benthopelagischen Süßwasserfisch Aland, *Leuciscus idus* und den anadromen und pelagischen Wanderfisch Stint, *Osmerus eperlanus* gebildet. Die Parasitenfauna dieser Fische wurde auf einer sehr geringen Ähnlichkeitsstufe (5%) separiert und konnte durch die Nahrungsökologie nicht näher charakterisiert werden. Einige, vor allem benthisch oder benthopelagisch orientierte Arten, wie *Gasterosteus aculeatus*, *Pungitius pungitius*, oder einige der Karpfenartigen (*Abramis brama*, *Blicca bjoerkna*, *Leuciscus idus*, *Rutilus rutilus* und *Tinca tinca*) sind zudem eher omnivor, wodurch sie ein möglichst großes Nahrungsspektrum ausnutzen und folglich vielfältige Möglichkeiten der Aufnahme von Parasiten vorweisen.

Die deutlichste Beeinflussung der Wirt-Parasiten-Gemeinschaft in der deutschen Ostsee erfolgt über die Herkunft der untersuchten Fischarten (siehe Abb. 9). Sämtliche Cluster der Clusteranalyse werden durch definierte Gruppen von unterschiedlicher Herkunft gebildet. So werden die beiden Cluster I und II, welche ebenfalls durch die Nahrungspräferenz interagiert haben, durch ihre limnische oder strikt limnische Verbreitung charakterisiert. Die Prädatoren in Cluster V sind ebenfalls limnischer Herkunft und bilden hierarchisch erneut eine Einheit mit den o.g. Fischarten. Der Aal, *Anguilla anguilla* ist ebenfalls in diesem Cluster zu finden, was anhand der Biologie dieses Fisches erklärt werden kann, so hält sich der adulte Aal ebenfalls im Süßwasser auf und wandert kurzfristig in die ausgesüßten Randbereiche der Ostsee ein. Die in diese Studie aufgenommene Parasitenfauna der Aale setzt sich demnach aus typischen Süßwasserparasiten zusammen. Fische des Clusters III werden fast ausschließlich durch ihre marine Herkunft charakterisiert. Die Fische dieses Clusters bilden als brackwassertolerante Arten marinen Ursprungs die abundanteste und wichtigste Gruppierung in der Fischfauna der westlichen Ostsee aus. Das Untercluster VI gehört zu dieser Gruppe, wird allerdings als einzige in der Mehrheit von Fischen mit strikt mariner Herkunft dominiert (Laichgeschäft nur in der Nordsee, PSU>25), worunter sich beispielsweise die Makrele und der Wittling befinden, welche als Sommer- oder Irrgäste in die Ostsee einwandern.

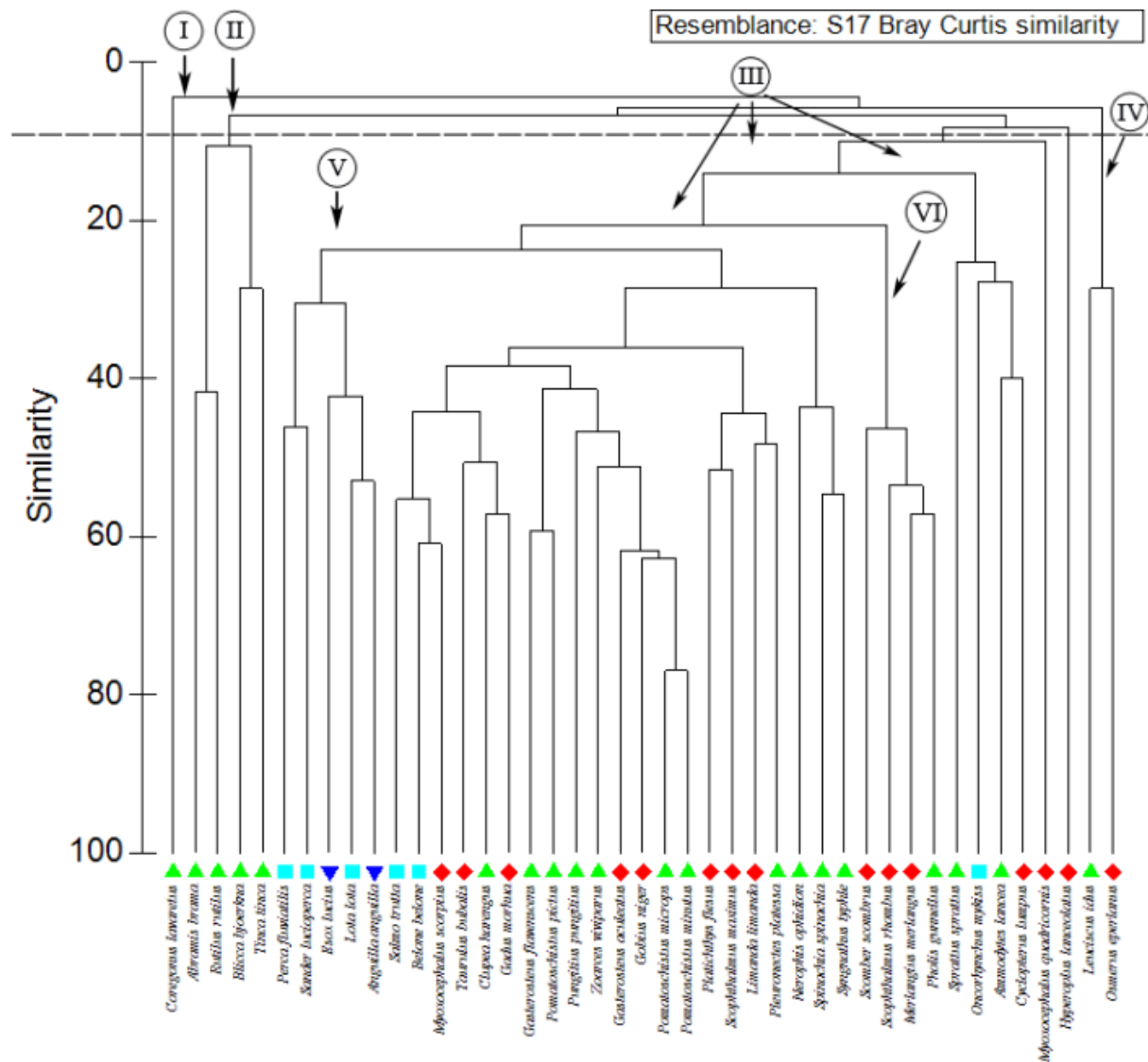


Abb. 8. Stammbaumanalyse unterschieden nach dem Nahrungsspektrum der Fische. Dabei wurden die primären Organismengruppen Invertebraten (▲), Teleostei (■), Teleostei und andere Vertebraten (▼) sowie Teleostei und Invertebraten (◆) unterschieden.

In der Folge werden die Interaktionen auf Ebene der Herkunft der Fische detailliert untersucht. Dabei werden die statistischen Ähnlichkeiten und Unterschiede der Klassifizierung nach der Herkunft der Fische zunächst in der zweidimensionalen Darstellung des MDS-Plots veranschaulicht. Mittels ANOSIM werden die Signifikanzen der beobachteten Unterschiede analysiert und durch die SIMPER Analysen auf Ebene der einzelnen Parasitenarten charakterisiert.

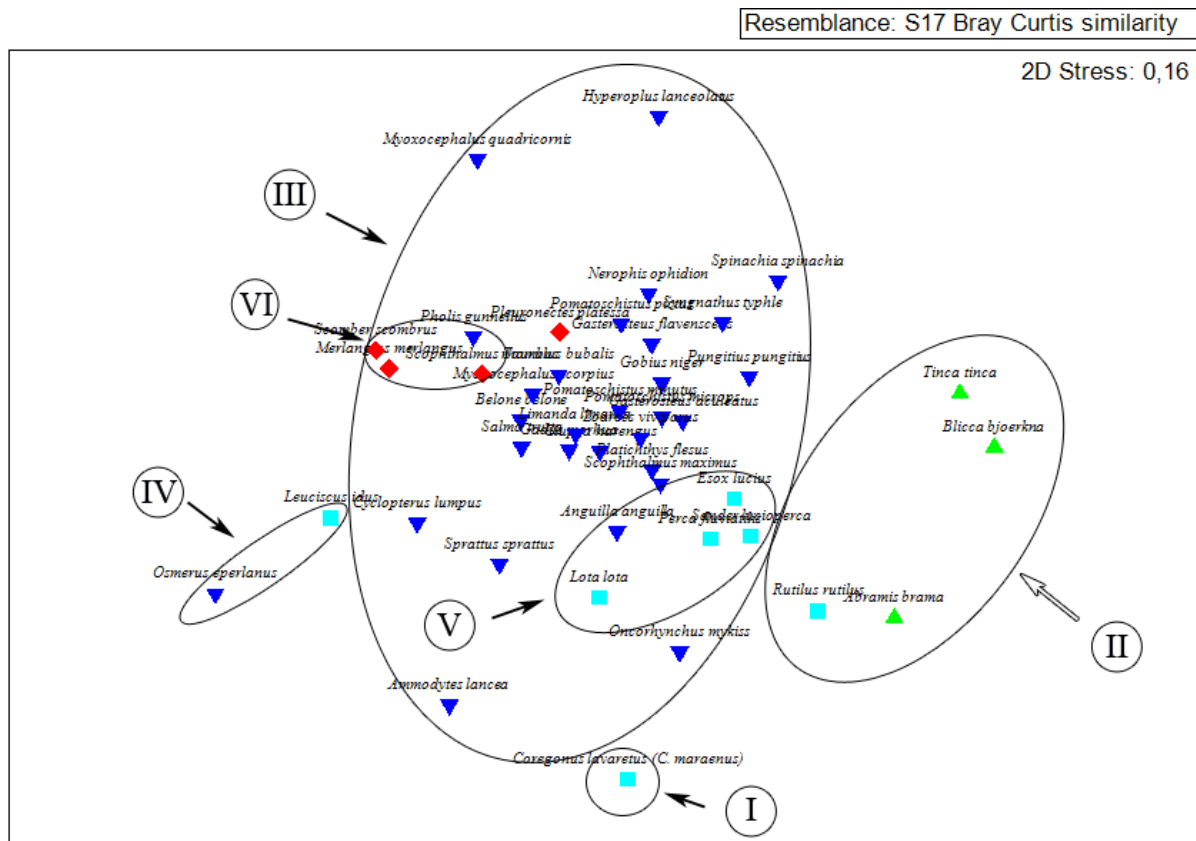


Abb. 10. Multidimensionale Skalierung (MDS Plot, Bray - Curtis Ähnlichkeit) der Ähnlichkeit der Wirte aller nachgewiesenen Parasitenarten. Die nach der Herkunft der Fische in strikt marin (♦), marin (▼), strikt limnisch (▲) und limnisch (■) unterschieden wurde.

Des Weiteren weist der paarweise Vergleich der Gruppen strikt mariner und limnischer Herkunft eine hoch signifikante und große Unterschiedlichkeit auf ($R = 0,727$; $p \leq 0,001$) bei einer ausreichend hohen Anzahl an zugrundeliegenden Permutationen. Lediglich die paarweisen Vergleiche der marinen und strikt marinen Gruppen ($R = 0,238$) bzw. der limnischen und strikt limnischen Gruppen ($R = 0,327$) weisen gewisse, nicht signifikante Ähnlichkeiten auf. Diese statistischen Befunde werden durch die Lage der Cluster II und VI in Abbildung 10 visualisiert.

Tab. 6. Paarweise Analyse der Ähnlichkeiten (ANOSIM, One-Way analysis) zwischen den Gruppen der Unterscheidung nach Herkunft der Ostseefische.

Gruppen	R	Signifikanz (%)	Mögliche Permutationen	Aufgetretene Permutationen
strikt limnisch, marin	0,727	0,1	4960	999
strikt limnisch, limnisch	0,327	5,8	120	120
strikt limnisch, strikt marin	0,963	2,9	35	35
marin, limnisch	0,416	0,2	8347680	999
marin, strikt marin	0,238	9,1	40920	999
limnisch, strikt marin	0,423	2,1	330	330

Zur Analyse des Beitrags der einzelnen Parasitenarten zur Unterscheidung der Gruppen wurde eine prozentuale Ähnlichkeitsanalyse (SIMPER) durchgeführt (Tab. 7). Die Charakterisierung der Fische strikt limnischer und strikt mariner Herkunft ergibt eine durchschnittliche Unterschiedlichkeit von 98,96%. Im Vergleich der Gruppen strikt mariner und strikt limnischer Herkunft kann festgestellt werden, dass der limnisch und schwach brackwassertolerante Digene *Diplostomum spathaceum* entscheidend zur Unterscheidung der Gruppen beiträgt. In allen Fischen der strikt limnischen Herkunft war *D. spathaceum* vorhanden, jedoch fehlt er komplett in denen der strikt marinen Herkunft. Demzufolge trägt diese Spezies 9,24% zur Charakterisierung der Gruppen bei.

Tab. 7. Analyse der prozentualen Gleichheit (SIMPER) und des größten Beitrags der Parasitenarten zur Unterscheidung paarweiser Vergleiche zwischen den Gruppen strikt mariner, mariner, strikt limnischer und limnischer Herkunft der Ostseefische. mA, mittlere Abundanz; SD, Standardabweichung.

Gruppen	durchschnittl. Unterschiedlichkeit			98,96		
strikt limnisch, strikt marin	strikt limnisch	strikt marin	m. Untersch.	Untersch./SD	Beitrag (%)	Kumulativ (%)
	mA	mA				
<i>Diplostomum spathaceum</i>	1,0	0	9,14	1,88	9,24	9,24
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0	1,0	9,14	1,88	9,24	18,47
<i>Echinorhynchus gadi</i>	0	1,0	9,14	1,88	9,24	27,71
<i>Acanthocephalus anguillae</i>	0,33	0	4,14	0,63	4,19	31,89
<i>Acanthocephalus gracilacanthus</i>	0,33	0	4,14	0,63	4,19	36,08
<i>Bothriocephalus scorpii</i>	0	0,5	3,87	0,76	3,91	39,98
Gruppen	durchschnittl. Unterschiedlichkeit			94,98		
strikt limnisch, marin	strikt limnisch	marin				
<i>Diplostomum spathaceum</i>	1,0	0,45	4,56	0,74	4,8	4,8
<i>Podocotyle atomon</i>	0	0,76	4,19	0,94	4,41	9,21
<i>Brachyphallus crenatus</i>	0	0,59	3,2	0,71	3,37	12,58
<i>Bothriocephalus scorpii</i>	0	0,62	3,02	0,83	3,18	15,77
<i>Acanthocephalus anguillae</i>	0,33	0,07	2,95	0,53	3,11	18,87
Gruppen	durchschnittl. Unterschiedlichkeit			85,99		
marin, limnisch	marin	limnisch				
<i>Acanthocephalus lucii</i>	0,07	0,71	3,11	0,79	3,62	3,62
<i>Podocotyle atomon</i>	0,76	0,14	2,94	0,85	3,42	7,04
<i>Proteocephalus</i> sp.	0,45	0,57	2,47	0,61	2,88	9,91
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0,59	0,43	2,31	0,65	2,69	12,6
<i>Brachyphallus crenatus</i>	0,59	0,29	2,28	0,67	2,65	15,25
Gruppen	durchschnittl. Unterschiedlichkeit			87,73		
limnisch, strikt marin	limnisch	strikt marin				
<i>Echinorhynchus gadi</i>	0,43	1,0	4,74	0,87	5,4	5,4
<i>Acanthocephalus lucii</i>	0,71	0	4,22	0,95	4,81	10,21
<i>Proteocephalus</i> sp.	0,57	0	3,53	0,76	4,03	14,24
<i>Hysterothylacium aduncum</i>	0,43	1,0	3,36	0,75	3,83	18,07
<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	0,71	0	2,9	1,17	3,3	21,37
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	0,43	0,5	2,87	0,73	3,27	24,64

Der marine Nematode *H. aduncum* und der Acanthocephale *E. gadi* hingegen sind konträr dazu in allen strikt marinen Fischen präsent und fehlen in der anderen Gruppe (Beitrag jeweils 9,24%). Die Acanthocephalen *Acanthocephalus anguillae* und *A. gracilacanthus* sind in einem der limnischen Fische vorhanden ($mA = 0,33$) und tragen 4,19% zur Unterscheidung der Gruppen bei. Die Charakterisierung der Fische strikt limnischer und mariner Herkunft ergibt eine durchschnittliche Unterschiedlichkeit von 94,98%. *Diplostomum spathaceum* wurde in sämtlichen Fischen der strikt limnischen Herkunft und in Teilen der marinen Gruppe nachgewiesen, was zu einem Beitrag zur Unterschiedlichkeit von 4,8% führt. Die Taxa *P. atomon*, *B. crenatus* und *Bothriocephalus scorpii* charakterisieren die marinen Fischarten und tragen 4,41%, 3,37% und 3,18% zur Unterscheidung bei. Die Gruppen limnisch und strikt marin weisen eine Unterschiedlichkeit von 87,73% auf. Die größten Beiträge zur Unterscheidung liefern *E. gadi* mit 5,4% und *A. lucii* mit 4,81%. Die Gruppen mariner und limnischer Fischarten zeigen eine Unterschiedlichkeit von 85,99%. Im Vergleich dieser Gruppen können keine abundanten Parasitenarten gefunden werden, welche nur eine der beiden Gruppen befallen und charakterisieren.

1.5.3 Schlussfolgerungen

Die Analyse der Parasit-Wirt-Gemeinschaft entlang der deutschen Ostseeküste anhand der hiermit vorgelegten Studie ermöglichte eine Charakterisierung der dort vorkommenden Parasitenfauna und ließ Rückschlüsse auf die Ökologie ihrer Wirte zu. Es konnte über die Analyse der Verbundgemeinschaft einer definierten Gemeinschaft von potentiellen Fischwirten in der deutschen Ostsee gezeigt werden, dass die Parasitengemeinschaft maßgeblich durch die Herkunft der Fische (Süßwasser-, Meerwasserfische) beeinflusst wurde. Innerhalb der Gruppierungen, welche sich aus der Beschreibung der Gemeinschaft ergeben haben, konnten zusammenhängende taxonomische Einheiten anhand ihrer Parasitenfauna herausgestellt werden. Ebenfalls gelang dies teilweise bei der Charakterisierung der Parasitenfauna über das Nahrungsspektrum der Fische. Faktoren, wie das Habitat der Fische (Tiefenorientierung), haben in dem Flachwasser-charakterisierten Randmeer Ostsee keinen gerichteten Einfluss auf die Komposition der Parasitengemeinschaft. Dies weicht von den Ergebnissen der Untersuchung der Interaktionen der Typanorhyncha mit verschiedenen Haiarten basierend auf weltweiten Nachweisen von Palm et al. (in Revision) ab. Dort wurde die Parasitenfauna am stärksten durch das Habitat, die Ernährung und die Tiefenorientierung der Wirte beeinflusst. Es sind demnach unterschiedliche Muster für die Zusammensetzung der Parasitengemeinschaft der, im offenen Ozean und der Tiefsee vorkommenden Haie sowie der Ostseefische verantwortlich.

Die Ergebnisse dieser Dissertation legen nahe, dass die Parasitenfauna der erdgeschichtlich jungen Ostsee über die Besiedlung mit ihren sich neu etablierenden Fischarten eingetragen wurde. Die Herkunft dieser Arten liegt dabei sowohl im marinen als auch im limnischen Milieu. Dabei konnten

signifikante Unterschiede in der Zusammensetzung der Parasitengemeinschaften zwischen Fischen mit mariner und limnischer Herkunft nachgewiesen werden.

Des Weiteren ist die Parasitenfauna der Ostseefische vor der deutschen Küste durch anpassungsfähige Generalisten geprägt. Spezialisten werden insbesondere durch wandernde Fischarten in die Ostsee eingebracht. Ebenfalls ist ersichtlich, dass der Zeitraum seit Entstehung der Ostsee nicht ausreichend war, um eine eigene Parasitenfauna unter den stark schwankenden Umweltbedingungen zu bilden. Dies konnte im Speziellen in der westlichen und zentralen Ostsee, wo typische Brackwasserbedingungen vorherrschen, beobachtet werden. Am besten gelang die Besiedlung der Ostsee der Großgruppe der Digenea, welche mit 64 Arten einen Anteil von ca. 40% zur gesamten Parasitenfauna der deutschen Ostsee beiträgt (nach Palm et al. (1999) und mit den Ergänzungen in dieser Arbeit insg. 161 Arten). Diese Parasitengruppe ist weltweit gesehen mit über 18.000 identifizierten Arten die abundanteste, von denen viele Arten den Wirt Fisch in ihren Lebenszyklus einbinden (Cribb et al. 2001). Zudem entspricht dieser Wert ungefähr dem von Palm & Bray (2014) angegeben Wert bei der Neubesiedlung der Hawaii-Inseln im Zentralen Pazifik und ist demnach nicht wirklich überraschend. Im Gegensatz dazu fanden Valtonen et al. (2001) in der nordöstlichen Ostsee (PSU<2) eine weniger diverse Parasitengemeinschaft vor. Insgesamt wurden im Bottnischen Meerbusen 63 Parasitenarten in 31 untersuchten Fischarten nachgewiesen. Der größte Unterschied der Zusammensetzung der Komponentengemeinschaft lag in der Abwesenheit der marinen Digenea, welche im Bottnischen Meerbusen lediglich 17% der Arten stellten. Dies ist durch die verarmte Fauna der obligatorischen ersten Zwischenwirte, den marinen Gastropoden begründet. Süßwassercestoden bildeten hingegen einen größeren Anteil von 33% der Gesamtf fauna aus (Valtonen et al. 2001).

Die nachgewiesenen Generalisten der westlichen Ostsee besitzen in der Mehrheit einen komplexen, dreiwirtigen Lebenszyklus (Digenea, teilweise Cestoda, Nematoda, Acanthocephala). Spezialisten und Parasiten mit einfachem oder direktem Lebenszyklus sind selten vorzufinden (s.o.). Diese Parasiten werden primär durch aus der Nordsee (Salzwasser) oder aus Ästuaren, Haffen, Bodden und Förden (ausgesüßte Bereiche) einwandernde Fischarten ins Brackwassermeer Ostsee eingebracht (vgl. Kapitel 1.5.2.1 und 1.5.2.2). Zu demselben Schluss kamen verschiedene Autoren (Kersting et al. 1996, Zander 1997, Herlevi et al. 2016), welche die Parasitengemeinschaften unterschiedlicher Habitats der westlichen Ostsee untersuchten und eine Dominanz von generalistischen Parasiten mit komplexen Lebenszyklen nachwiesen. Darüber hinaus konnten die Autoren weitere Anpassungsstrategien an das extreme Habitat erkennen. Neben der Aufhebung der Spezifität, der Anpassung an echte Brackwasser-Wirte sowie der Erweiterung des Wirtsspektrums konnte die Verkürzung von Lebenszyklen beobachtet werden.

Die vorliegende Ausarbeitung zeigt das große Potential, welches das Untersuchungshabitat Ostsee speziell im Hinblick auf zukünftige Studien weiterhin bereithält. Dabei ist eine systematische Vervollständigung der Verbundgemeinschaft durch das parasitologische Studium weiterer Fischarten von großem Reiz. Die untersuchten Fischarten können zukünftig, aufbauend auf den vorliegenden

Erkenntnissen, gezielt als Bioindikationen genutzt werden. Sogar unter den Salmoniden sind noch gewichtige Wissenslücken zu schließen. Zum Beispiel zeigte die durchgeführte Analyse der Parasitenfauna des Lachses, *Salmo salar*, wie nahezu unerforscht dieser vor der deutschen Ostseeküste immer noch ist, da lediglich eine Parasitenart (*E. crassum*) im Lachs nachgewiesen wurde bisher (Fischer 1955). Besonders interessant verbleibt die Tatsache, wie und in welcher Reihenfolge die Besiedlung der Ostsee mit ihren Fischparasiten erfolgte und ob sich Hinweise auf eine adaptive Radiation in diesem Lebensraum bezüglich dieser anpassungsfähigen Fauna finden lassen.

1.5.4 Literaturverzeichnis der einleitenden Zusammenfassung

- Arthur JR, Arai HP (1984) Annotated Checklist and Bibliography of Parasites of Herring (*Clupea harengus* L.). Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 70, 1–26.
- Aro E (1989) A review of fish migration patterns in the Baltic. Rapports et Procès-verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 190, 72–96.
- Bakun A (1996) Patterns in the ocean. California Sea Grant, in cooperation with Centro de Investigaciones Biologicas del Noroeste, La Paz, Mexico, 323 Seiten.
- Bartz RP, Jacobsen HP (1969) Die digenen Darmtrematoden der Wismarer Bucht. Diplomarbeit, Pädagogische Hochschule Güstrow, 109 Seiten.
- Barz K, Zimmermann C (Hrsg.) Fischbestände online. Thünen-Institut für Ostseefischerei. Elektronische Veröffentlichung auf www.fischbestaende-online.de, Zugriff am 09.03.2017.
- Berg OK, Berg M (1987) Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. Journal of Fish Biology, 31 (1), 113–121.
- Björck S (1995) A review of the history of the Baltic Sea, 13.0-8.0 KA BP. Quaternary international, 27, 19–40.
- Buchmann K (1987) Cestodes of migratory trout (*Salmo trutta* L.) from the Baltic Sea. Bulletin of the European Association of Fish Pathologists 7, 115–117.
- Bush AO, Holmes JC (1986) Intestinal helminths of lesser scaup ducks: an interactive community. Canadian Journal of Zoology, 64 (1), 142–152.
- Bush O, Lafferty AD, Lotz JM, Shostak AW (1997) Parasitology meets ecology on his own terms. Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology, 83, 575–583.
- Bray JR, Curtis JT (1957) An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. Ecological monographs, 27 (4), 325–349.
- Bucher C (1998) Parasiten von Fischen der Kieler Förde. Diplomarbeit der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 111 Seiten.
- Byrne CJ, Holland C, Tully O (1999) Metazoan parasite community structure of sea trout on the west coast of Ireland. Journal of Fish Biology, 55 (1), 127–134.
- Campbell N, Cross MA, Chubb JC, Cunningham CO, Hatfield EMC, MacKenzie K (2007) Spatial and temporal variations in parasite prevalence and infracommunity structure in herring (*Clupea harengus* L.) caught to the west of the British Isles and in the North and Baltic Seas: implications for fisheries science. Journal of Helminthology, 81, 137–146.
- Conley DJ, Björck S, Bonsdorff E, Carstensen J, Destouni G, Gustafsson BG ... & Zillen L (2009) Hypoxia-related processes in the Baltic Sea. Environmental Science & Technology, 43 (10), 3412–3420.

- Cribb TH, Bray RA, Littlewood DTJ, Pichelin SP, Herniou EA (2001) The Digenea. In: Interrelationships of the Platyhelminthes (Littlewood DTJ, Bray RA eds), Taylor and Francis, London, 168–185.
- Cunjak RA, Green JM (1984) Species dominance by brook trout and rainbow trout in a simulated stream environment. Transactions of the American Fisheries Society, 113 (6), 737–743.
- Degerman E, Leonardsson K, Lundqvist H (2012) Coastal migrations, temporary use of neighbouring rivers, and growth of sea trout (*Salmo trutta*) from nine northern Baltic Sea rivers. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil, 69 (6), 971–980.
- Deplazes T, Eckert J, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H (2013) Textbook of parasitology of veterinary medicine. Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin, Enke Verlag, Stuttgart, 639 Seiten.
- Dill WA, Cordone AJ (1997) History and status of introduced fishes in California, 1871-1996: conclusions. Fisheries, 22 (10), 15–18.
- Dogiel VA (1964) General Parasitology. Oliver and Boyd, Edinburgh and London, 516 Seiten.
- Dogiel VA, Bychovski BE (1939) The parasites of fishes in the Caspian Sea. Tr. kompleksnoi komissii po izucheniiyu Kaspiiskogo morya 7, 149 Seiten.
- Dollfus RP (1956) Liste des parasites animaux du hareng de l'Atlantique Nord et de la Baltic. Journal du Conseil. Conseil international pour l'exploration de la mer, 22, 58–65 (In Französisch).
- Dorman JA (1991) Investigations into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.), in Swedish waters. Journal of Fish Biology, 39, 59–69.
- Dußling U, Berg R (2001) Fische in Baden-Württemberg. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg, Stuttgart, 176 Seiten.
- Elliott JM (1973) The food of brown and rainbow trout (*Salmo trutta* and *S. gairdneri*) in relation to the abundance of drifting invertebrates in a mountain stream. Oecologia, 12, 329–347.
- Engelbrecht H (1958) Untersuchungen über den Parasitenbefall der Nutzfische im Greifswalder Bodden und Kleinem Haff. Zeitschrift für Fischerei, 7, 481–511.
- Esch GW, Gibbons JW, Bourque JE (1975) An analysis of the relationship between stress and parasitism. American Midland Naturalist, 339–353.
- Fagerholm HP (1976) Fish nematodes from brackish and freshwater fishes in Finland. Norwegian Journal of Zoology, 24 (4), 466.
- FAO (2017) Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fishery Statistical Collections, Global Aquaculture Production, <http://www.fao.org>. Aufgerufen am 15 Februar 2017.
- Fausch KD, Taniguchi Y, Nakano S, Grossman GD, Townsend CR (2001) Flood disturbance regimes influence rainbow trout invasion success among five holarctic regions. Ecological Applications, 11 (5), 1438–1455.
- Feiler K, Winkler HM (1981) Erstfunde von Anisakis-Larven im Zander, *Stizostedion lucioperca*, aus Küstengewässern der Ostsee. Angewandte Parasitologie, 22, 124–130.

- Feki M, Châari M, Neifar L (2016) Spatial variability of helminth parasites and evidence for stock discrimination in the round sardinella, *Sardinella aurita* (Valenciennes, 1847), off the coast of Tunisia. *Journal of Helminthology*, 90 (3), 353–358.
- Fischer E (1955) Die parasitischen Würmer der wirtschaftlich wichtigsten Ostseefische. Dissertation, Humboldt-University Berlin, Germany, 136 Seiten.
- Füllner G, Pfeifer M, Zarske A (2005) Atlas der Fische Sachsens. Rundmäuler – Fische – Krebse. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft & Museum für Tierkunde, Dresden, 408 Seiten.
- Froese R, Pauly D (Editors) (2017) FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, Zugriff am 06.02.2017.
- Garcia A, Mattiucci S, Damiano S, Santos MN, Nascetti G (2010) Metazoan parasites of swordfish, *Xiphias gladius* (Pisces: Xiphiidae) from the Atlantic Ocean: implications for host stock identification. *ICES Journal of Marine Science*, 68 (1), 175–182.
- Gargan PG, Poole WR, Forde GP (2006) A review of the status of Irish sea trout stocks. In: Sea trout: biology, conservation and management (Harris G, Milner N eds). Blackwell Publishing, Oxford, 349–355.
- Gehlhaar C (1974) Untersuchungen über Alter und Wachstum von Meerforellen der Farver Au und Rantzau. *Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein*, 44, 107–126.
- Gibson DI, Bray RA, Harris EA (Compilers) (2005) Host-Parasite Database of the Natural History Museum, London. World Wide Web electronic publication. www.nhm.ac.uk/research-curation/scientific-resources/taxonomy-systematics/host-parasites/index.html, Zugriff am 03.04.2017.
- Giesbrecht W (1882) Die freilebenden Copepoden der Kieler Foehrde. *Jahresberichte der Commission zur wissenschaftlichen Untersuchung deutscher Meere in Kiel (1877-81)*, 4, 85–168.
- Global Invasive Species Database (2017) Species profile: *Oncorhynchus mykiss*. <http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=103> Zugriff am 23.02.2017.
- Grabda J (1971) Catalogue of Parasitic Fauna in Poland. I, Parasites of Cyclostomates and Fishes. PWN Warszawa-Wroclaw.
- Grabda J (1974) The dynamics of the nematode larvae *Anisakis simplex* (Rud.) invasion in the south-western Baltic herring (*Clupea harengus* L.). *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 4, 3–21.
- Grabda J (1981) Parasitic fauna of garfish *Belone belone* (L.) from the Pomeranian Bay (southern Baltic) and its origin. *Acta ichthyologica et piscatoria*, 9 (1), 75–85.
- Grabda J (1991) Marine Fish Parasitology. Polish Scientific Publishers, Warschau, 306 Seiten.
- Gräwe U, Naumann M, Mohrholz V, Burchard H (2015) Anatomizing one of the largest saltwater inflows into the Baltic Sea in December 2014. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 120 (11), 7676–7697.
- Harden Jones FR (1977) Performance and behavior on migration. In *Fisheries Mathematics* (ed. Steele JH) Academic Press, London, 145–170.

- Hemmingsen W, Lombardo I, MacKenzie K (1991) Parasites as biological tags for cod, *Gadus morhua* L., in northern Norway: a pilot study. *Fisheries Research* 12 (4), 365–373.
- Herlevi H, Puntila R, Kuosa H, Fagerholm HP (2016) Infection rates and prevalence of metazoan parasites of the non-native round goby (*Neogobius melanostomus*) in the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 1–18.
- Herrington WC, Bearnse HM, Firth FE (1939) Observations on the life history, occurrence and distribution of the redfish parasite *Sphyrion lumpi*. United States Department of the Interior. Special Scientific Report, 5, 1–18.
- Holmes JC, Price PW (1986) Communities of parasites. In *Community ecology: Pattern and process*, (Anderson DJ, Kikkawa J eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K., 187–213.
- Hordoir R, Meier HE (2010) Freshwater fluxes in the Baltic Sea: A model study. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115 (C08028), 1–14.
- Jacobsen P, Bartz P, Szuks H (1971) Die Trematodenfauna des Darmkanals der Fische des Salzhaffs (westliche Ostsee). *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Güstrow*, 49-51.
- Josten N (2004) Die Parasitengemeinschaften in der Flensburger Förde und die Populationsdynamik ihrer Wirte. Dissertation, Universität Hamburg, 230 Seiten.
- Josten N, Detloff KC, Zander CD (2009) Analysis of a parasite supra community from the Flensburg fjord. *Parasitology Research*, 104 (2), 449–461.
- Kahl W (1936) Über den Befall des Stints mit Larven des Fadenwurmes *Porrocaecum decipiens*. *Fischmarkt*, 4, 177–181.
- Khan RA, Thulin J (1991) Influence of pollution on parasites of aquatic animals. *Advances in Parasitology* 30, 201–238.
- Kemsies R (1987) Die Parasitierung von Barsch, Plötze und Blei aus inneren Küstengewässern der DDR. Dissertation, Pädagogische Hochschule, Güstrow, 97 Seiten.
- Kennedy CR, Bush AO (1994) The relationship between pattern and scale in parasite communities: a stranger in a strange land. *Parasitology*, 109 (2), 187–196.
- Kesting V, Gollasch S, Zander CD (1996) Parasite communities of the Schlei Fjord (Baltic coast of northern Germany). *Helgolander Meeresuntersuchungen*, 50 (4), 477–496.
- Kleinertz S, Klimpel S, Palm HW (2012) Parasite communities and feeding ecology of the European sprat (*Sprattus sprattus* L.) over its range of distribution. *Parasitology Research*, 110 (3), 1147–1157.
- Kleinertz S, Eckhardt KU, Theisen S, Palm HW, Leinweber P (2016) Acanthocephalan fish parasites (Rhadinorhynchidae Lühe, 1912) as potential biomarkers: Molecular–chemical screening by pyrolysis-field ionization mass spectrometry. In: *Ecology and evolution of marine parasites and diseases* (Thieltges D, Wegner M eds). *Journal of Sea Research*, 113, 51–57.

- Klemetsen A, Amundsen PA, Dempson JB, Jonsson B, Jonsson N, O'connell MF, Mortensen E (2003) Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of freshwater fish, 12 (1), 1–59.
- Klimpel S, Seehagen A, Palm HW, Rosenthal H (2001) Deep-water metazoan fish parasites of the world. Logos Verlag Berlin, 315 Seiten.
- Klinkhardt M (1996) Der Hering: *Clupea harengus*. Westarp Wissenschaften, Magdeburg; Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 230 Seiten.
- Köhn J, Gosselck F (1989) Malakostracen der Ostsee. Mitteilungen aus dem Zoologischen Museum in Berlin, 65, 8–21.
- Krebs CJ (1994) Ecology. 4. Auflage Harper Collins, New York, 801 Seiten.
- Kvach Y, Winkler HM (2011) The colonization of the invasive round goby *Neogobius melanostomus* by parasites in new localities in the southwestern Baltic Sea. Parasitology Research, 109 (3), 769–780.
- Lafferty KD (1997) Environmental parasitology: what can parasites tell us about human impacts on the environment? Parasitology Today, 13 (7), 251–255.
- Landergren P (1999) Spawning of anadromous rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum): a threat to sea trout, *Salmo trutta* L., populations? Fisheries Research, 40 (1), 55–63.
- Landergren P (2001) Survival and growth of sea trout parr in fresh and brackish water. Journal of Fish Biology, 58 (2), 591–593.
- Landsberg JH, Blakesley BA, Reese RO, McRae G, Forstchen PR (1998) Parasites of fish as indicators of environmental stress. Environmental Monitoring and Assessment, 51, 211–232.
- Lang T, Damm U, Weber W, Neudecker T, Kuhl Morgen-Hille G (1990) Infestation of herring (*Clupea harengus* L.) with *Anisakis* sp. Larvae in the western Baltic. Archiv für Fischereiwissenschaft, 40, 101–117.
- Layka T (2011). Die Parasitierung des Zanders (*Sander lucioperca* (L.)) in Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns. Dissertation, Universität Rostock, 110 Seiten.
- Leppäkoski E, Olenin S (2000) Non-native species and rates of spread: lessons from the brackish Baltic Sea. Biological invasions, 2 (2), 151–163.
- Leppäkoski E, Gollasch S, Gruszka P, Ojaveer H, Olenin S, Panov V (2002) The Baltic a sea of invaders. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 59 (7), 1175–1188.
- Lester RJG (1990) Reappraisal of the use of parasites for stock identification. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 41, 855–864.
- Lester RJG, MacKenzie K (2009) The use and abuse of parasites as stock markers for fish. Fisheries Research, 97 (1), 1–2.
- Leuner E, Klein M, Bohl E, Jungbluth JH, Gerber J, Groh K (2000) Ergebnisse der Artenkartierungen in den Fließgewässern Bayerns. Fische, Krebse, Muscheln. Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München, 212 Seiten.

- Lozan J, Lampe R, Matthäus W, Rachor E, Rumohr H, Westernhagen HV (1996) Warnsignale aus der Ostsee, Paul Parey Verlag, Berlin, 385 Seiten.
- Lucius R, Loos-Frank B (2008). Biologie von Parasiten. Springer-Verlag, Berlin, 552 Seiten.
- Lühe M (1910) Parasitische Plattwürmer. II: Cestodes. Die Süßwasserfauna Deutschlands. Eine Exkursionsfauna. Fischer, 153 Seiten.
- MacKenzie K (1983) Parasites as biological tags in fish population studies. *Advances in Applied Biology*, 7, 251–331.
- MacKenzie K (1987) Long-term changes in the prevalence of two helminth parasites (Cestoda: Trypanorhyncha) infecting marine fish. *Journal of Fish Biology*, 31 (1), 83–87.
- MacKenzie K, Longshaw M (1995) Parasites of the hakes *Merluccius australis* and *M. hubbsi* in the waters around the Falkland Islands, southern Chile, and Argentina, with an assessment of their potential value as biological tags. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52 (1), 213–224.
- MacKenzie K, Williams HH, Williams B, McVicar AH, Siddall R (1995) Parasites as indicators of water quality and the potential use of helminth transmission in marine pollution studies. *Advances in Parasitology*, 35, 85–144.
- MacKenzie K, Abaunza P (1998) Parasites as biological tags for stock discrimination of marine fish: a guide to procedures and methods. *Fisheries Research*, 38 (1), 45–56.
- MacKenzie K, Hemmingsen W (2015) Parasites as biological tags in marine fisheries research: European Atlantic waters. *Parasitology*, 142 (1), 54–67.
- Malmberg G, Malmberg M (1993) Species of *Gyrodactylus* (Platyhelminthes, Monogenea) on salmonids in Sweden. *Fisheries Research*, 17, 59–68.
- Marcogliese DJ (2005) Transmission of marine parasites. In: *Marine Parasitology*. (Rohde K ed). CABI Publishing, 280–286.
- McDowall RM (1994) Gamekeepers for the nation: the story of New Zealand's acclimatization societies 1861–1990. Canterbury University Press, Christchurch, New Zealand, 512 Seiten.
- Mehlhorn, H. (2012). Die Parasiten der Tiere. Springer Verlag, Berlin, 559 Seiten.
- Mehlhorn H, Piekarski G (2002). Grundriß der Parasitologie. Spektrum Verlag, Heidelberg, 516 Seiten.
- Meinila M, Kuusela J, Ziętara MS, Lumme J (2004) Initial steps of speciation by geographic isolation and host switch in salmonid pathogen *Gyrodactylus salaris* (Monogenea: Gyrodactylidae). *International Journal of Parasitology*, 34, 515–526.
- Mohrholz V, Naumann M, Nausch G, Krüger S, Gräwe U (2015) Fresh oxygen for the Baltic Sea—an exceptional saline inflow after a decade of stagnation. *Journal of Marine Systems*, 148, 152–166.
- Möller H (1975) Bestimmungstabellen für die Fischparasiten der Kieler Bucht. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel*, 10, 34 Seiten.

- Möller H (1978) The effects of salinity and temperature on the development and survival of fish parasites. *Journal of Fish Biology*, 12 (4), 311–323.
- Möller H (1981) *Feldführer zur Diagnose der Fischkrankheiten und wichtigsten Fischparasiten in Nord-und Ostsee*. Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrechts-Universität Kiel, 86, 65 Seiten.
- Moravec F (2004) *Metazoan Parasites of Salmonid Fishes of Europe*. Academia, Prague, 510 Seiten.
- Mosquera J, Gómez-Gesteira M, Pérez-Villar V (2000) Using parasites as biological tags of fish populations: a dynamical model. *Bulletin of Mathematical Biology*, 62 (1), 87–99.
- Munk K (2010) *Taschenlehrbuch Biologie: Zoologie*. Thieme, Stuttgart, 992 Seiten.
- Muus BJ, Nielsen JG (1999) *Die Meeresfische Europas in Nordsee, Ostsee und Atlantik*. M. Stehmann (Ed.). Kosmos, Stuttgart, 336 Seiten.
- Naumann M, Nausch G (2015) Salzwassereinstrom 2014 – Die Ostsee atmet auf. – *Chemie in unserer Zeit*, 49, 76–80.
- Neubert K, Yulianto I, Theisen S, Kleinertz S, Palm HW (2016) Parasite fauna of *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) (Epinephelidae) as environmental indicator under heavily polluted conditions in Jakarta Bay, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 110, 747–756.
- Overstreet RM (1993) Parasitic diseases of fishes and their relationship with toxicants and other environmental factors. In: *Pathobiology of marine and estuarine organisms* (Couch JA, Fournie JW eds). CRC Press, 111–156.
- Page LM, Burr BM (1997) *A field guide to freshwater fishes: North America north of Mexico*. Houghton Mifflin Harcourt, 432 Seiten.
- Palm HW (2011) Fish parasites as biological indicators in a changing world: Can we monitor environmental impact and climate change? In: *Progress in Parasitology* (Mehlhorn H ed). *Parasitology Research Monographs*, 2, 223–250.
- Palm HW, Dobberstein RC (1999) Occurrence of trichodinid ciliates (Peritricha: Urceolariidae) in the Kiel Fjord, Baltic Sea, and its possible use as a biological indicator. *Parasitology Research*, 85 (8), 726–732.
- Palm HW, Klimpel S, Bucher C (1999) Checklist of metazoan fish parasites of German coastal waters. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrecht Universität, Kiel* Nr. 307, 148 Seiten.
- Palm HW, Bray RA (2014) *Marine Fish Parasitology in Hawaii*. Westarp & Partner, Digitaldruck, Hohenwarsleben, XII, 302 Seiten.
- Palm HW, Yulianto I, Piatkowski U, Caira JN (in Revision) Elasmobranch parasite assemblages indicate ecological and phylogenetical attributes of their final hosts. *Fishes*.
- Paperna I, Overstreet RM (1981) Parasites and diseases of mullets (Mugilidae). In: *Agriculture of grey mullets* (Oren OH ed). Cambridge University Press, Great Britain, 411–493.

- Podolska M, Horbowy J (2003) Infection of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) with *Anisakis simplex* larvae, 1992-1999: a statistical analysis using generalized linear models. ICES Journal of Marine Science, 60, 85–93.
- Podolska M, Horbowy J, Wyszynski M (2006) Discrimination of Baltic herring populations with respect to *Anisakis simplex* larvae infection. Journal of Fish Biology, 68, 1241–1256.
- Reimer LW (1961) Die Stufen der Progenese bei dem Fischtrematoden *Bunocotyle cingulata* ODHNER, 1928. Wiadomosci Parazytologiczne, 7, 843–849.
- Reimer LW (1962) Die digenetischen Trematoden der Wasservögel der Insel Hiddensee und ihre Larvalstadien aus den die Inseln umgebenden Brackgewässern. Dissertation, Universität Greifswald, 128 Seiten.
- Reimer L (1963) Zur Verbreitung der Adulti und Larvenstadien der Familie Microphallidae Viana, 1924, (Trematoda, Digenea) in der Mittleren Ostsee. Zeitschrift für Parasitenkunde, 23 (3), 253-273.
- Reimer LW (1970) Digene Trematoden und Cestoden der Ostseefische als natürliche Fischmarkern. Parasitologische Schriftenreihe, 20, 144 Seiten.
- Reimer LW (1971) Neue Cercarien der Ostsee mit einer Diskussion ihrer möglichen Zuordnung und einem Bestimmungsschlüssel. Parasitologische Schriftenreihe, 21, 125–149.
- Reimer LW (1982) The salt content - a factor determining the development of fish and bird trematodes in the middle Baltic Sea. Symposium, Proceedings, Prague, 63–68.
- Reimer LW (1989) Die limitierende Wirkung des Salzgehaltes auf die Verbreitung von Trematoden in der Ostsee. Wissenschaftliche Beiträge der Friedrich-Schiller-Universität Jena, Beitrag zur Ökophysiologie, 19–23.
- Reimer LW, Walter U (1993) Zur Parasitierung von *Gadus morhua* in der südlichen Ostsee. Applied Parasitology, 36, 181–186.
- Remane A (1934) Die Brackwasserfauna. Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 36, 34–74.
- Remane A (1958) Die Ökologie des Brackwassers. In: Die Biologie des Brackwassers (Remane A, Schlieper C eds). Die Binnengewässer, 12, 216 Seiten.
- Riggs MR, Esch GW (1987) The suprapopulation dynamics of *Bothriocephalus acheilognathi* in a North Carolina reservoir: abundance, dispersion, and prevalence. The Journal of Parasitology, 877–892.
- Rikardsen AH, Amundsen PA (2005) Pelagic marine feeding of Arctic charr and sea trout. Journal of Fish Biology, 66 (4), 1163–1166.
- Rohde K (2005) Marine Parasitology. CABI Publishing, 565 Seiten.
- Root R (1967) The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. Ecol. Monogr., 37, 317-350.

- Rose GA (1986) Growth decline in subyearling brook trout (*Salvelinus fontinalis*) after emergence of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 43 (1), 187–193.
- Rynkiewicz J (1970) The Parasite Fauna of Garfish *Belone belone* (L.) from Puck Bay. Acta Ichthyologica et Piscatoria, 1, 103–106.
- Savini D, Occhipinti–Ambrogi A, Marchini A, Tricarico E, Gherardi F, Olenin S, Gollasch S (2010) The top 27 animal alien species introduced into Europe for aquaculture and related activities. Journal of Applied Ichthyology, 26 (2), 1–7.
- Schultz, G (1911) Untersuchungen über Nahrung und Parasiten von Ostseefischen. Wissenschaftliche Untersuchungen, 13, 285–312.
- Skov J, Kania PW, Olsen MM, Lauridsen JH, Buchmann K (2009) Nematode infections of maricultured and wild fishes in Danish waters: A comparative study. Aquaculture, 298, 24–28.
- Skov J, Mehrdana F, Marana MH, Bahloul QZM, Jaafar RM, Sindberg D ... & Buchmann, K (2014) Parasite infections of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) from Danish mariculture. Aquaculture, 434, 486–492.
- Ślusarski W (1958) The adult Digenea from Salmonidae of the basin of the Vistula and the south Baltic. Acta Parasitologica Polonica, 6, 22.
- Stanley RD (2005) Life history characteristics for silvergray rockfish (*Sebastes brevispinis*) in British Columbia waters and the implications for stock assessment and management. Fishery Bulletin, 103 (4), 670–684.
- Szostakowska B, Myjak P, Wyszynski M, Pietkiewicz H, Rokicki J (2005) Prevalence of Anisakin Nematodes in Fish from southern Baltic Sea. Polish Journal of Microbiology, 54, 41–45.
- Thiel R, Thiel R (2015) Atlas der Fische und Neunaugen in Hamburg, Freie und Hansestadt Hamburg, 170 Seiten.
- Thomsen DS, Koed A, Nielsen C, Madsen SS (2007) Overwintering of sea trout (*Salmo trutta*) in freshwater: escaping salt and low temperature or an alternate life strategy? Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 64 (5), 793–802.
- Titus RG, Mosegaard H (1989) Smolting at age 1 and its adaptive significance for migratory trout, *Salmo trutta* L., in a small Baltic-coast stream. Journal of Fish Biology, 35 (Suppl. A), 351–353.
- Unger P (2010) Zoogeographie von Fischparasiten aus Heringen der Ostsee. Diplomarbeit, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, 145 Seiten.
- Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea. Acta Parasitologica, 59 (3), 518–528.
- Unger P, Palm HW (2016) Parasitisation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. Parasitology Research, 115 (1), 165–174.

- Unger P, Palm HW (2017) Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. *Aquaculture International*, 25, 975–989.
- Unger P, Neubert K, Palm HW (in Revision) Metazoan parasite fauna of migrating common garfish (*Belone belone* L.) in the Baltic Sea. Eingereicht bei *Acta Parasitologica*.
- Valtonen ET, Pulkkinen K, Poulin R, Julkunen M (2001) The structure of parasite component communities in brackish water fishes of the northeastern Baltic Sea. *Parasitology*, 122 (04), 471–481.
- Vidal-Martinez VM, Pech D, Sures B, Purucker ST, Poulin R (2010) Can parasites really reveal environmental impact? *Trends in Parasitology*, 26 (1), 44–51.
- Vilcinskis A (1996) Meeresfische Europas: Merkmale, Verbreitung, Lebensweise. Naturbuch-Verlag, Augsburg, 319 Seiten.
- Von Dorrien C, Hammer C, Zimmermann C, Stepputtis D, Stuermer IW, Kotterba P, Polte P (2013) A review in herring, *Clupea harengus* (Actinopterygii: Clupeiformes: Clupeidae) recruitment and early life stage ecology in the western Baltic Sea. *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 43 (3), 169–182.
- Welcomme RL (1988) International introductions of inland aquatic species. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fisheries Technical Paper, 294, 318 Seiten.
- Wenk P, Renz A (2008) Parasitologie: Biologie der Humanparasiten. Thieme Verlag, 360 Seiten.
- Williams HH, MacKenzie K (2003) Marine parasites as pollution indicators: an update. *Parasitology*, 126 (7), 27–41.
- Wysujack K, Dorow M, Uhl C (2014) The infection of the European eel with the parasitic nematode *Anguillicoloides crassus* in inland and coastal waters of northern Germany. *Journal of coastal conservation*, 18 (2), 121–130.
- Yeomans WE, Chubb JC, Sweeting RA (1997) Use of protozoan communities for pollution monitoring. *Parassitologia*, 39 (3), 201–212.
- Zander CD (1993) The biological indication of parasite life-cycles and communities from the Lübeck Bight, SW Baltic Sea. *Zeitschrift für angewandte Zoologie*, 79, 337–389.
- Zander CD (1996) Parasiten als Anzeiger gestreßter Systeme. In: Warnsignale aus der Ostsee (Lozan JL, Lampe R, Matthäus W, Rachor E, Rumohr H, von Westernhagen H eds). Wissenschaftliche Fakten, Parey, Berlin, 208–211.
- Zander CD (1997) Parasit-Wirt-Beziehungen. Springer Verlag, Berlin, 184 Seiten.
- Zander CD (2003) Four-year monitoring of parasite communities in gobiid fishes of the south-western Baltic. *Parasitology Research*, 90 (6), 502–511.
- Zander CD (2007) Parasite diversity of sticklebacks from the Baltic Sea. *Parasitology Research*, 100 (2), 287–297.
- Zander CD, Westphal D (1991) Kleinfischparasiten der Ostseeförde Schlei und ihre Einbindung in die Nahrungskette. *Seevögel*, 12, 4–8.

- Zander CD, Reimer LW, Barz K (1999) Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea). I. Structure and dynamics of communities of littoral fish, especially small-sized fish. *Parasitology Research*, 85 (5), 356–372.
- Zander CD, Reimer LW, Barz K, Dietel G, Strohbach U (2000) Parasite communities of the Salzhaff (Northwest Mecklenburg, Baltic Sea) II. Guild communities, with special regard to snails, benthic crustaceans, and small-sized fish. *Parasitology Research*, 86 (5), 359–372.
- Zander CD, Reimer LW (2002) Parasitism at the ecosystem level in the Baltic Sea. *Parasitology*, 124 (7), 119–135.
- Zettler ML, Karlsson A, Kontula T, Gruszka P, Laine AO, Herkül K, ... Haldin J (2013) Biodiversity gradient in the Baltic Sea: a comprehensive inventory of macrozoobenthos data. *Helgoland Marine Research*, 68 (1), 49–57.

1.5.5 Eigenständigkeitserklärung zu den Kapiteln

Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica*, 59 (3), 518–528.

Das Versuchs- und Probenschema dieser Studie wurde durch Prof. Harry W. Palm und PD Dr. Sven Klimpel entwickelt. Das Sammeln und Prozessieren der untersuchten Organismen wurde durch mich mit der Hilfe von Dr. Thomas Lang im Rahmen der 325. Forschungsfahrt des Fischereiforschungsschiffes Walther Herwig III durchgeführt. Die spätere parasitologische Untersuchung, Mageninhaltsanalysen, Präparation der Fische und Parasiten wurde von mir eigenständig durchgeführt. Bestimmungen der Taxa und Arten erfolgte durch Herrn Prof. Harry W. Palm, Herrn PD Sven Klimpel und mich selbst. Die genetische Analyse von einigen Exemplaren der Nematoda und Acanthocephala wurde unter der Anleitung von Frau Lisa Verweyen und Herrn Thomas Kuhn vorgenommen. All diese Arbeiten sind während meiner Diplomarbeit an der Heinrich-Heine Universität Düsseldorf durchgeführt worden. Die weitergehende Analyse, Ausrichtung und Erstellung der Publikation erfolgte während meiner Doktorarbeit an der Universität Rostock. Die erste Version des Manuskriptes wurde von mir verfasst und durch Herrn Prof. Harry W. Palm, Herrn Dr. Thomas Lang und Herrn Prof. Sven Klimpel korrigiert, ergänzt und vollendet. Die Abbildungen und Bildtafeln wurden mit Ausnahme der Karte des Untersuchungsgebietes (Prof. Sven Klimpel) von mir selbstständig erstellt.

Unger P, Palm HW (2016) Parasitisation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. *Parasitology Research*, 115 (1), 165–174.

Die Konzeption dieser Publikation erfolgte gemeinsam durch Herrn Prof. Harry W. Palm und mich. Die Probennahme Ostsee wurde eigenständig durch mich durchgeführt, die Meerforellen aus dem Laichhabitat wurden mit Hilfe der Mitarbeiter des Vereins Fisch und Umwelt MV e.V. mittels Elektro-Befischung gesammelt und anschließend zwischengehältet Zwecks kontrollierter Vermehrung der Tiere durch die Landesforschungsanstalt MV in Born. Verendete Tiere wurden mir zur Verfügung gestellt. Die parasitologische Untersuchung, Mageninhaltsanalysen, Präparation der Fische und Parasiten wurde von mir eigenständig durchgeführt. Die taxonomischen Artbestimmungen und die Herstellung von Dauerpräparaten erfolgten durch mich selbst. Die molekulargenetische Identifikation der isolierten Nematoda erfolgte im Genetiklabor des Lehrstuhls unter Mithilfe des technischen Assistenten, Herrn Stefan Theisen. Die spätere Aufarbeitung und Analyse der Sequenzen erfolgte durch mich. Die Konzeption, Literaturrecherche, Interpretation und statistische Analyse der Daten und Verschriftlichung des Manuskriptes erfolgte durch mich.

Unger P, Palm HW (2017) Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. *Aquaculture International*, 25, 975–989.

Die Entwicklung der Projektidee und des Versuchsdesigns erfolgte in Zusammenarbeit durch Herrn Prof. Harry W. Palm und mich. Die Probennahmen wurden durch mich im Rahmen der Ausfahrten mit der MS Jasmund im Pilotprojekt Baltic IMTA durchgeführt und die anschließende parasitologische Untersuchung, Mageninhaltsanalysen, Präparation der Fische und Parasiten, sowie deren Diagnostik wurde ebenfalls von mir durchgeführt. Das Manuskript wurde in Zusammenarbeit mit meinem Co-Autor Herrn Prof. Harry W. Palm bis zur endgültigen Version bearbeitet und verfasst. Die molekulargenetische Identifikation der Digenea erfolgte im Genetiklabor des Lehrstuhls unter Mithilfe des technischen Assistenten, Herrn Stefan Theisen. Die spätere Aufarbeitung und Analyse der Sequenzen erfolgte durch mich.

Unger P, Neubert K, Palm HW (2017) Metazoan parasite fauna of migrating common garfish (*Belone belone* L.) in the Baltic Sea, *Acta Parasitologica*, In Revision.

Die Probennahme und die parasitologische Aufarbeitung der Hornhechte erfolgten maßgeblich durch Herrn Kilian Neubert. Die angewandte Untersuchungsmethodik und Artbestimmungen wurde unter meiner Anleitung und Mithilfe ausgearbeitet. Die vorliegenden Daten wurden von mir interpretiert und das Manuskript wurde von mir verfasst und bis zur endgültigen Version durch Herrn Prof. Harry W. Palm und Herrn Kilian Neubert korrigiert und ergänzt. Die molekulargenetische Identifikation der Digenea erfolgte im Genetiklabor des Lehrstuhls durch Herrn Kilian Neubert und mich unter Mithilfe des technischen Assistenten, Herrn Stefan Theisen. Die spätere Aufarbeitung und Analyse der Sequenzen erfolgte Maßgeblich durch Herrn Kilian Neubert.

- 2 Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) **Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea.** Acta Parasitologica, 59 (3), 518–528.

Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea

Patrick Unger, Sven Klimpel, Thomas Lang and Harry Wilhelm Palm

ABSTRACT Zoographical distribution of metazoan fish parasites in herring, *Clupea harengus*, from the Baltic Sea was analysed in order to use them as potential biological indicators. A total of 210 herring from six different sampling sites were investigated, harbouring 12 different parasite species [five digeneans (D), one cestode (C), three nematodes (N) and three acanthocephalans (A)]. The distribution of the parasite species differed according to region, with a distinct gradient of decreasing species richness towards the east of the Baltic Sea. The western localities at Kiel Bay, Rügen and Poland had the highest parasite diversity, including the marine parasite species *Anisakis simplex* (s.s.) (N), *Brachyphallus crenatus* and *Hemiurus luehei* (both D). The eastern localities had low parasite species richness, predominated by the freshwater digenean *Diplostomum spathaceum*. We could identify three different Baltic herring stocks, the spring-spawning herring of the western Baltic reaching from the Kattegat to the German and Polish coast, the stock of the central Baltic proper and the northern stock of *C. harengus* var. *membras* of the Gulf of Finland. The limited distribution of the herring parasites within the Baltic Sea enables their use as biological indicators for migration patterns and stock separation. The acanthocephalan *Pomphorhynchus laevis* that has already been used as an accumulation bioindicator for heavy metals was only recorded for the western herring stocks. However, the presence of mainly generalistic parasites and their uneven distribution patterns make their use as indicators for regional environmental and global change more difficult.

Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica*, 59 (3), 518–528.

DOI 10.2478/s11686-014-0276-5

<https://link.springer.com/article/10.2478/s11686-014-0276-5>

- 3 Unger P, Palm HW (2016) **Parasitation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea.** Parasitology Research 115, 1, 165–174.

Parasitation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea.

Patrick Unger and Harry Wilhelm Palm

ABSTRACT A total of 52 sea trouts, *Salmo trutta trutta*, were studied for parasites, originating from German freshwater streams and coastal waters of the Baltic Sea. While 35 specimens were caught mainly close to the shoreline in the Baltic Sea, 17 were sampled during their spawning migration in Warnow River and other neighboring rivers in Mecklenburg- Western Pomerania. A total of 12 different metazoan parasite species were found in sea trout originating from the Baltic Sea, including five digeneans, two cestodes, three nematodes, and two acanthocephalans. Marine and freshwater species were found. In the migratory trout, seven different parasite species were recorded (one digenean, two cestodes, one nematode, and one acanthocephalan), demonstrating lower parasite diversity and load during the spawning migration compared with the fish from the Baltic Sea. The anisakid nematodes *Anisakis simplex* (sensu stricto), *Contracaecum rudolphii*, and *Hysterothylacium aduncum* were identified by molecular analyses of the ITS-1, 5.8S, ITS-2, and flanking sequences of the rDNA. Together with the digenean *Derogenes varicus*, *Hemiurus communis* and *H. luehei*, and the cestode *Diphyllbothrium dendriticum* seven new host records for sea trout from the German part of the Baltic Sea are made.

Unger P, Palm HW (2016) Parasitation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. Parasitology Research 115, 1, 165–174.

DOI 10.1007/s00436-015-4732-4

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00436-015-4732-4>

- 4 Unger P, Palm HW (2017) **Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany.** Aquaculture International, 25, 975–989.

Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany

Patrick Unger and Harry Wilhelm Palm

ABSTRACT Harvest quality rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) raised in an integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) unit off the German coast in the Baltic Sea were studied for ectoparasites and endoparasites. One hundred five specimens were sampled between November 2013 and 2014. Four endoparasite taxa were found, while no zoonotic or fish pathogenic ectoparasites could be detected. Molecular identified metacercariae of *Diplostomum baeri* were recorded at a non-critical level (18.1% prevalence, 1–4 intensity), getting introduced into the Baltic Sea through the cultured rainbow trout from the freshwaterbased hatchery. The isolated acanthocephalan *Echinorhynchus truttae* was of freshwater origin, too. *Pomphorhynchus laevis* (Acanthocephala) and *Brachyphallus crenatus* (Digenea) seem to be transmitted into the net cage from Baltic Sea intermediate hosts. The parasite fauna was compared with those of wild living sea trout, *Salmo trutta trutta* studied at the immediate area (Unger and Palm in Parasitol Res 115(1):165–174, 2016). Stomach content analyses demonstrated that the farmed pellet-fed fish also utilized natural resources, especially fouling organisms. A single escapee, caught from the wild in the vicinity of the cages, had a massive intestinal infection with Baltic Sea parasites, the acanthocephalans *Echinorhynchus gadi*, *P. laevis* and the nematode *Hysterothylacium aduncum*. The salinity (helminths) as well as the culture conditions (trichodinids) at this pilot facility prevent significant transfer of fish pathogenic and zoonotic parasites as well as ectoparasite establishment and reduce the parasite risk for maricultured rainbow trout. This sampled location is particularly suitable for healthy and environmentally friendly aquaculture farming in the Baltic Sea.

Unger P, Palm HW (2017) Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. Aquaculture International, 25, 975–989.

DOI 10.1007/s10499-016-0096-8

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10499-016-0096-8>

- 5 Unger P, Neubert K, Palm HW (im Druck) **Metazoan parasite fauna of migrating common garfish, *Belone belone* (L.), in the Baltic Sea.** Acta Parasitologica.

1 **Metazoan parasite fauna of migrating common garfish, *Belone belone* (L.), in the Baltic**
2 **Sea**

3 Patrick Unger^{*1}, Kilian Neubert¹, Harry W. Palm¹

4

5

6 ¹Aquaculture and Sea-Ranching, Faculty of Agricultural and Environmental Sciences,
7 University of Rostock, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock, Germany

8

9

10 *Author to whom correspondence should be addressed. Tel.: +49-381-4983733; fax: +49-
11 381-4981183730; email: patrick.unger@uni-rostock.de

12

13 Abstract

14 A total of 35 common garfish, *Belone belone* (Linnaeus, 1761), were studied for metazoan parasites on
15 their spawning grounds in the western Baltic Sea. Nine parasite species were found, and six new
16 locality records could be established for German coastal waters (*Axine belones*, Monogenea;
17 *Proteocephalus* sp., Cestoda; *Anisakis simplex* (s.s.), *Contracaecum rudolphii* A and *Hysterothylacium*
18 *aduncum*, Nematoda; *Echinorhynchus gadi*, Acanthocephala). For the first time, the marine
19 ectoparasite *A. belones* was recorded from the gills of garfish inside the Baltic Sea, indicating its
20 ability to survive the spawning migration as well as the brackish water conditions at its reproduction
21 grounds. This is alike the endohelminth *A. simplex* (s.s.), that was identified by molecular analyses of
22 the internal transcribed spacer (ITS-1, 5.8S, ITS-2) region. Almost all isolated metazoans were
23 parasites commonly recorded from the northeast Atlantic Ocean and the North Sea. The lower number
24 of typical generalist Baltic Sea parasites indicates the rapid migration of common garfish onto the
25 spawning grounds, reducing the access and uptake of these species.

26

27 **Keywords:** Baltic Sea; garfish, *Belone belone*; metazoan parasites; spawning migration

28

29 **Introduction**

30 Common garfish, *Belone belone* (L.), belonging to the Belonidae (Needlefishes), is primarily spread in
31 the NE Atlantic, Mediterranean Sea and the Black Sea. Garfish are epipelagic predators and mainly
32 feed on small fishes like Ammodytidae, Clupeidae or Gasterosteidae, on crustaceans like Gammarus
33 spp. or Idothea spp. and on insects (Kompowski 1965, Wheeler 1969, Dorman 1989, 1991). They
34 immigrate into the Baltic Sea for reproduction during springtime (Dalgaard et al. 2006), even reaching
35 the southern Gulf of Bothnia and returning back to their feeding grounds in late summer to autumn
36 (Dorman 1991, Dalgaard et al. 2006). Inside the Baltic Sea, *B. belone* is caught regularly by
37 recreational fishing during its spawning season, but without major commercial importance (FAO
38 2016).

39 Information on the parasite fauna of *B. belone* in Europe is scant. Within the Baltic Sea 19 parasite
40 species are known for garfish (Rynkiewicz 1970, Grabda 1971, 1981; Fagerholm 1976, Dorman 1991,
41 Palm et al. 1999, see Table I).

42

43 Table I. Known parasite species from Belone belone in the Northeast Atlantic Ocean (NEA) and Baltic Sea (BS).

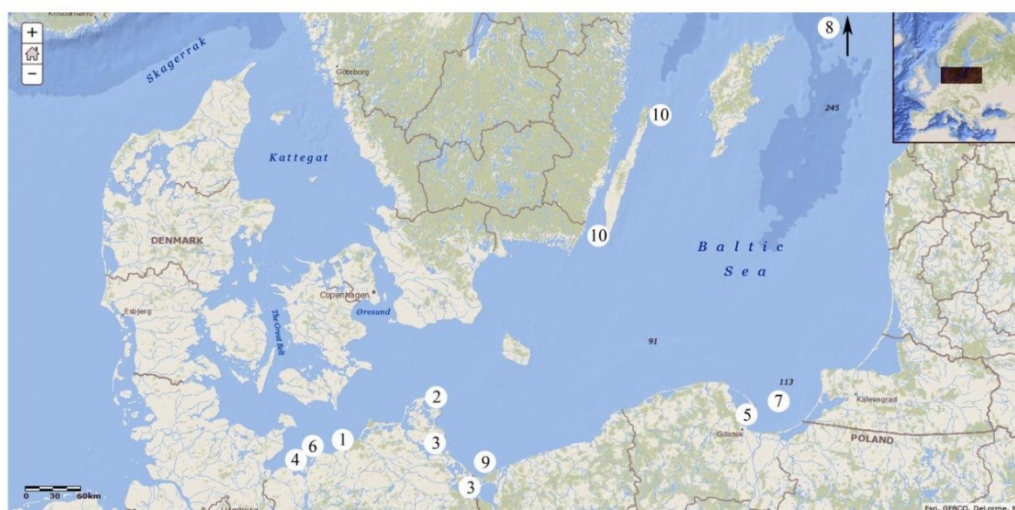
Subclass/ Class	Species	Identified by	Origin	Country
Digenea	<i>Brachyphallus crenatus</i>	Barz and Jacobsen 1969; Jacobsen et al. 1971	BS	Germany
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	Rynkiewicz 1970	BS	Poland
	<i>Hemirius luehei</i>	Fischer 1955	BS	Germany
	<i>Lecithaster confusus</i>	Barz and Jacobsen 1969; Jacobsen et al. 1971	BS	Germany
	<i>Podocotyle atomon</i>	Fischer 1955	BS	Germany
Monogenea	<i>Tylodelphis</i> sp.	Rynkiewicz 1970	BS	Poland
	<i>Axine belones</i>	Llewellyn et al. 1984	NEA	United Kingdom
	<i>Bothriocephalus scorpii</i>	Fischer 1955; Engelbrecht 1958	BS	Germany
	<i>Lacistorhynchus tenuis</i>	Grabda 1981	BS	Poland
	<i>Ptychobothrium belones</i>	Fischer 1955	BS	Germany
Nematoda	<i>Scolex pleuronectes</i>	Rynkiewicz 1970	BS	Poland
	<i>Anisakis simplex</i>	Grabda 1981	BS	Poland
	<i>Anisakis</i> sp.	Fagerholm 1976	BS	Finland
	<i>Cucullanus truttae</i>	Rynkiewicz 1970	BS	Poland
	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	Rynkiewicz 1970; Grabda 1981	BS	Poland
Acanthocephala	<i>Pseudoterranova decipiens</i>	Fischer 1955; Engelbrecht 1958	BS	Germany
	<i>Echinorhynchus gadi</i>	Grabda 1981	BS	Poland
	<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	Rynkiewicz 1970; Grabda 1981	BS	Poland
	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	Rynkiewicz 1970; Grabda 1971 and 1981, Fischer 1955	BS	Germany, Poland
	<i>Caligus belones</i>	Dornan 1986 and 1991	NEA	Sweden, Ireland
Copepoda	<i>Caligus elongatus</i>	Dornan 1991	NEA	Ireland
	<i>Caligus lacustris</i>	Dornan 1991	BS	Sweden
	<i>Lepeophtheirus salmonis</i>	Dornan 1991	NEA	Sweden
	<i>Myxosporidia/ Myxospora</i>	Karlsbakk and Kjøie 2012	BS	Denmark

44

45

46 The particular sampling sites of the mentioned studies are marked in Figure 1. The parasite fauna
 47 consists of many generalists but also few specialists, such as the monogenean *Axine belone*
 48 *Abildgaard*, 1794, first recorded by Van Beneden (1858) from the northeast Atlantic Ocean.

49 The purpose of the present study was an analysis and re-evaluation of the parasite community of *B.*
 50 *belone* in German coastal waters. Special emphasis is given to proportion of marine and brackish
 51 water parasite species, and its relevance to indicate the spawning migration of *B. belone* into the Baltic
 52 Sea.



53 **Fig. 1.** Map of the Baltic Sea, with the sampling site (#1) and earlier parasite records of common
 54 garfish in the region. Fischer 1955 (#2); Engelbrecht 1958 (#3); Bartz and Jacobsen 1969 (#4);
 55 Rynkiewicz 1970 (#5); Jacobsen et al. 1971 (#6); Grabda 1971 (#7); Fagerholm 1976 (#8); Grabda
 56 1981 (#9); Dorman 1991 (#10). (Map by: ArcGis, ESRI)

58

59 **Material and Methods**

60 **Collection of fish samples**

61 In total, 35 *B. belone* were studied. The garfish were caught by sport fishing techniques at the German
 62 coast of the Baltic Sea (54°10'41.6"N 12°00'43.1"E, see Fig. 1), in May (n=32) and September (n=3)
 63 2012. Fish were killed immediately after catch. For subsequent parasitological studies, the garfish
 64 were brought to the laboratory at University of Rostock, and deep frozen at -20°C. Morphometrically

65 data including the total length (TL), total weight (TW) and gutted weight (GW) were recorded to the
 66 nearest 0.1 cm and 0.1 g. The mean total length of the examined garfish was 61.7 cm (49.0 cm - 72.4
 67 cm; SD = 5.3 cm), while the mean total weight was 267.2 g (120.5 g - 446.7 g; SD = 65.1 g).

68 Parasitological examination

69 Parasitological examination followed Palm and Bray (2014). Skin, fins, eyes, gills, nostrils and buccal
 70 cavity of each garfish were examined for ectoparasites. The body cavity was opened from anterior to
 71 posterior, examined for parasites and rinsed with water. The gall bladder, gonads, intestine, kidney,
 72 liver, spleen, stomach, and swim bladder were examined microscopically. During examination of the
 73 stomach for parasites, the stomach content was also noted. The fillets were checked for parasites using
 74 a candling table. The gastrointestinal content was studied by using the 'gut-wash' method (Cribb and
 75 Bray 2010). Isolated parasites were cleaned in saline and preserved in 70% ethanol/ 4% glycerine, or
 76 directly transferred in abs. ethanol (98%) for molecular analyses. Acanthocephala and Nematoda were
 77 dehydrated in a graded ethanol series and transferred to 98% glycerine (Riemann 1988). Additionally
 78 Cestoda, Digenea and Monogenea were stained with acetic carmine, dehydrated and mounted in
 79 Canada balsam. The parasite identification followed taxonomic keys and original descriptions (e.g.
 80 Lorenz 1878, Odhner 1905, Gibson et al. 2002). The parasitological terms follow Bush et al. (1997).

81 Collection of molecular data and identification

82 Most of the detected anisakid nematodes were identified by using molecular methods. The rDNA
 83 region comprising the internal transcribed spacer ITS-1, 5.8S, ITS-2, and flanking sequences were
 84 amplified by using the primers TK1 (5'-GGC AAA AGT CGT AAC AAG CT-3') and NC2 (5'-TTA
 85 GTT TCT TTT CCT CCG CT-3') (Zhu et al. 2000; Shih 2004; Klimpel and Palm 2011) (primer by
 86 Eurofins MWG Synthesis, Ebersberg, Germany). To check the amplification, gel electrophoresis was
 87 done. PCR products were run on 1% agarose gels (Cambrex Bio Science, USA). A 100-bp ladder
 88 marker (Peqlab Biotechnology GmbH) was used to estimate the size of the PCR products. Of the
 89 successfully amplified samples, purification was done (Seqlab-Kit) and these fragments were send to
 90 Seqlab for sequencing for both strands. PCR fragments were sequenced using the same primers.

91

92 Molecular data analysis

93 A manual sequence alignment of the resulted sequences was done by using MEGA 6 (Tamura et al.
94 2013). We compared to existing sequences available under the Genbank-accession numbers
95 KM273043.1, KM406484.1 and LL324431.1 for *A. simplex* (s.s.), JQ934883.1 for *Hysterothylacium*
96 *aduncum* and AF411204.1 and DQ316967.1 for *C. rudolphii* A and compared them in MEGA 6
97 software.

98 Ecological parameters and parasite community analysis

99 The diversity and composition of the parasite fauna was characterized by ecological parameters, like
100 Shannon index of species diversity (Shannon 1948) and the evenness index of Pielou (Pielou 1966),
101 the Berger-Parker (Berger and Parker 1970) and Simpson index (Simpson 1949) were calculated for
102 the complete parasite fauna of garfish. To evaluate the maturity stage and the fitness of the studied
103 garfish, the Fulton's condition factor (Fulton 1904) and the gonadosomatic index (GSI) were
104 calculated, following Dorman (1991).

105 The analysis of the parasite community is based on Holmes and Price (1986). Both levels of infra- and
106 component community species richness was determined for the studied community of garfish.
107 Infracommunities are defined as assemblages consisting of all parasite species within a single host,
108 while the component community includes the sum of all subsets of infracommunities within the
109 studied host population (Poulin 1997).

110

111 Results

112 Parasite community analysis

113 The parasite community of the studied garfish at the German coast off Mecklenburg-Pomerania
114 consists of nine metazoan parasite species. Nematoda (3), Cestoda (2) and Acanthocephala (2) were
115 the most diverse parasite taxa. Additionally, one Digenea and one Monogenea were detected (see
116 Table II). The component community was built by marine generalist species, with the exception of the
117 monogenean *A. belones*, and showed moderate to high abundances of parasites. According to Holmes
118 (1991) *A. belones* and *A. simplex* (s.s.) (Nematoda) were the core species with prevalences of 77.1%

and 62.9% respectively. With a prevalence of 54.3% the acanthocephalan *E. gadi* can be considered a secondary species. The digenean *L. confusus* (P=17.1%), both recorded cestodes (*B. scorpii* and *Proteocephalus* sp.), the nematode *H. aduncum* and the acanthocephalan *P. laevis* represented satellite species of garfish at the German Baltic coast. As only two or one specimens of *B. scorpii* and *Contracaecum rudolphii* A were found, this species were excluded from further analyses and are defined as rare species. The mean richness of the infracommunity is given in Table III and was 2.5 (± 1.1 ranging from 0 to 5 parasite species per fish). The majority of studied garfish were infested by two (28.6%) or three parasite species (40.0%), while only a single specimen was free of any metazoan parasites.

Table II. Occurrence and developmental stages of parasites of *Belone belone* (prevalence, P (%); Intensity, I; mean Intensity, mI; Abundance, A; site of infection - Bc, body cavity; Fi, fins; Gi, gills; I, intestine; L, liver; St, stomach)

Parasite species	Stage	P (%)	mI (I)	A	Site
Digenea					
<i>Lecithaster confusus</i>	a	17.1	1.3 (1-2)	0.2	St
Monogenea					
<i>Axine belones</i> *	a	77.1	7.3 (1-33)	5.6	Gi
Cestoda					
<i>Bothriocephalus scorpii</i>	1	5.7	1.0 (1)	0.1	St, I
<i>Proteocephalus</i> sp.*	1	8.6	13.7 (1-37)	1.2	I
Nematoda					
<i>Anisakis simplex</i> (s.s.)*	1	62.9	9.2 (1-73)	5.8	Bc, Fi
<i>Contracaecum rudolphii</i> A*	1	2.9	1.0 (1)	0.1	L
<i>Hysterothylacium aduncum</i> *	1	11.4	3.0 (1-7)	0.3	I
Acanthocephala					
<i>Echinorhynchus gadi</i> *	a	54.3	2.0 (1-6)	1.1	I
<i>Pomphorhynchus laevis</i>	a	14.3	1.2 (1-2)	0.2	I

*New locality records

Table III. The richness and dispersion of the infracommunity of studied garfish in the Western Baltic Sea. n=35; SD, standard deviation

	mean						SD
No. of parasite species	0	1	2	3	4	5	
No. of individuals	1	5	10	14	3	2	2.5
Dispersion (in %)	2.9	14.3	28.6	40.0	8.6	5.7	1.1

137 Molecular identification

138 Anisakid nematodes were identified by comparing the ITS ribosomal DNA (rDNA) sequence data
 139 including the ITS-1, 5.8S and ITS-2 regions to prove molecular identification. Three different species
 140 were detected, *A. simplex* (s.s.) being most abundant. In case of *C. rudolphii* we found a 100%
 141 correspondence to the 451 bp sequence of *C. rudolphii* A according to Szostakowska and Fagerholm
 142 (2007). *C. rudolphii* A and *H. aduncum* were only found in low numbers in the gastro-intestinal tract
 143 of the garfish. The analysed sequences are deposited in Genbank under the Accession numbers
 144 KX550937-KX550947 (for *A. simplex* (s.s.)), KX550948 and KX550949 (for *H. aduncum*) and
 145 KX550950 (for *C. rudolphii* A).

146 Ecological indices

147 The diversity of the garfish parasite fauna was characterized by a value of 1.37 for Shannon index of
 148 species diversity and 0.63 for the evenness index of Pielou. The Berger-Parker index was 0.4 and the
 149 Simpson index 3.1. The mean condition factor was 0.11 ± 0.01 . No significant differences between the
 150 sexes occurred.

151 The mean gonadosomatic index (GSI) of the studied garfish was 4.95 ± 2.0 . The GSI varied between
 152 May (n=32) and September (n=3), showing higher values of 5.39 ± 1.36 in May, compared to
 153 0.25 ± 0.15 in September. Fish specimens, which had the highest abundance of *A. belones* (n=33, 31
 154 and 15), did not show divergent values of GSI (4.08, 3.79 and 6.16) compared with the mean GSI of
 155 5.39.

156 Stomach contents

157 The studied garfish mainly preyed upon crustaceans, specifically gammarids, insects and
 158 teleosts, especially sandeels or three-spined sticklebacks. The following prey items were
 159 found: *Bivalvia* indet (frequency of occurrence: 9.1%), Crustacea (100%; *Gammarus* spp. –
 160 90.9%, *Isopoda* indet. – 50.0%, *Caridea* sp. – 4.6%, *Amphipoda* indet. – 4.6%), *Insecta* indet.
 161 (45.5%) and *Teleostei* (31.8%; *Ammodytidae* indet. – 22.7%, *Gasterosteus aculeatus* – 9.1%).

162

163

164 Discussion

165 The present study provides an overview on the metazoan parasite fauna of *B. belone* inside the
 166 Baltic Sea and contributes six new locality records for the German coast (see Table I). Values of
 167 Shannon index of diversity (1.37) and Simpson index (3.1) indicate a diverse and balanced parasite
 168 fauna, and moderate values of the evenness index of Pielou (0.63) and the Berger Parker index (0.4)
 169 similarly display an equal composition of the parasite community with absence of predominating
 170 species.

171 Most commonly recorded parasite species were *A. belones*, *A. simplex*, *E. gadi*, and less prevalent
 172 *L. confusus*, *P. laevis* and *H. aduncum*. With the exception of the former, these parasites are
 173 generalists with a wide range of intermediate- and/or final hosts (see Scholz 1999, Moravec 2004).
 174 Gammarids, which have been found in the stomach of the studied fish, act as intermediate host for the
 175 isolated *Acanthocephala*, and copepods are known as second intermediate hosts for *L. confusus*. Small
 176 fishes, which can serve as intermediate hosts of *B. scorpii* and *Proteocephalus* sp., were also detected.
 177 This demonstrates the possible pathways of infection as all required intermediate hosts are part of the
 178 diet.

179 The three isolated anisakid nematode species are known as common generalist in the northern
 180 hemisphere (Levsen and Lunestad 2010, Kuhn et al. 2011). Because they were recorded as larval
 181 stages, the sampled garfish served as intermediate or paratenic host. Cetaceans are the final hosts of *A.*
 182 *simplex*, and completion of the life cycle is limited to the higher saline waters of the northeast Atlantic
 183 Ocean (North Sea) where these mammals and the euphausiid first intermediate hosts frequently occur
 184 (Szostakowska et al. 2005). *A. simplex* was regularly found in garfish and herring in the southern
 185 Baltic Sea (Grabda 1971; Podolska et al. 2006; Unger et al. 2014). These records are persuasive
 186 examples of parasites as biological indicators, where the parasite fauna reflects its host's migratory
 187 behaviour, in this case from the North Atlantic or North Sea into the Baltic Sea. *Contracaecum*
 188 *rudolphii* matures in piscivorous birds (e.g. great cormorant) and adult *H. aduncum* in marine teleosts
 189 (Køie 1993, Dziekońska-Rynko and Rokicki 2007, Szostakowska and Fagerholm 2007). *H. aduncum*
 190 involves copepods such as *Acartia tonsa* and several amphipods (gammarids), isopods and mysids as
 191 intermediate hosts (Køie 1993). Consequently, final as well as intermediate hosts for both species are

commonly found inside the Baltic Sea, allowing completion of the entire life cycles. *C. rudolphii* has been earlier recorded from the Baltic Sea (Szostakowska and Fagerholm 2007, Kanarek 2011) and from German coastal waters in sea trout (Unger and Palm 2016). According to Szostakowska and Fagerholm (2007) there are two siblings, *C. rudolphii* A and B, both as adults in cormorants in the Baltic Sea. Because the ITS 1 sequences of strain A and B differ in eight base pairs (1.77%) (Szostakowska and Fagerholm 2007), we compared the ITS1 of our sequences to these deposited in Genbank and found a full identity of our sequence to that of strain A (DQ316967.1). With strain B (DQ316968.1), we found only 98% of correspondence, resulting in that we identified *C. rudolphii* A.

The monogenean *A. belones*, a garfish specialized ectoparasite, has been reported from the southeastern Baltic Sea (pers. communication Dr. G. Rodjuk, unpubl. data, 1998), the northeast Atlantic (van Beneden 1858; Llewellyn et al. 1984), from the Mediterranean and Black Sea (Roman-Chiriac 1960, Özer and Yurakhno 2013, Radujković and Šundić 2014). We herewith demonstrate that *A. belones* is able to sustain the brackish water conditions inside the Baltic Sea, and, considering the garfish sampled in September originating from the spawning migration during spring, survives at least for several months. In this context it is remarkable, that Prost (1967) studied 176 garfish migrating into Polish waters especially for monogeneans and did not find any of these parasites. This is surprising because this parasite reaches a noticeable size of almost 4 - 8 mm. Consequently the garfish studied in Poland might have stayed in brackish water of low salinity for a longer time, possibly explaining the disappearance of *A. belones*, or the parasitization of the immigrating garfish into the Baltic Sea with *A. belones* is varying between the years.

Fischer (1955) and Engelbrecht (1958) identified larvae of *Pseudoterranova decipiens* in the liver and musculature of garfish in the Baltic Sea off the archipelago Rügen. Fish serves as intermediate hosts for *P. decipiens* while seals are the definite hosts (e.g. Harbor seal, *Phoca vitulina* or Grey seal, *Halichoerus grypus*) (Andersen et al. 1995). Records of *P. decipiens* are mainly restricted to the central North Sea and coastal regions of the northeast Atlantic where seals are common. Records inside the Baltic are scarce (European plaice, Möller 1975; flounder, Lüthen 1988; smelt, Voigt 1981; cod, Reimer and Walter 1993). Since no other records of sealworms have been documented from

219 garfish and *Anisakis* infections are widespread and common, a possible misidentification of *P.*
220 *decepiens* cannot be excluded.

221 We herewith present a list of the metazoan parasite community of migrating garfish in the western
222 Baltic Sea, especially composed of marine species like *A. belone* and *A. simplex* as well as brackish
223 water species such as *B. scorpis* and *E. gadi*. The former two species demonstrates migration of garfish
224 into the Baltic Sea, bringing these parasites into the western and even more eastern Baltic Sea. The
225 latter species as well as the other two nematodes and digenean are common North and Baltic Sea
226 parasites. It is interesting to note that other common and less host specific Baltic Sea parasites such as
227 the digenean *B. crenatus* (see Unger et al. 2014, Unger and Palm 2016, 2017) are missing in the
228 garfish, though transmitting intermediate hosts (crustaceans) where found inside the fish.

229

230 **Acknowledgements**

231 We want to thank Juliane Dabels and Stefan Theisen (Aquaculture and Sea-Ranching, University
232 of Rostock, Germany) for providing their help with the molecular analyses of anisakid nematodes. We
233 are grateful to the anonymous reviewers for helping to improve the manuscript.

234

235 **References**

- 236 Andersen K., des Clers S., Jensen T. 1995. Aspects of the sealworm *Pseudoterranova decipiens* life-
 237 cycle and seal-fisheries interactions along the Norwegian coast. *Developments in Marine Biology*,
 238 4, 557–564.
- 239 Bartz R.P., Jacobsen H.P. 1969. Die digenen Darmtrematoden der Wismarer Bucht. M.Sc. thesis,
 240 Pädagogische Hochschule Güstrow, 109 pp. (In German).
- 241 Berger W.H., Parker F.L. 1970. Diversity of planktonic foraminifera in deep-sea sediments. *Science*,
 242 168, 3937, 1345–1347.
- 243 Bush O., Lafferty A.D., Lotz J.M., Shostak A.W. 1997. Parasitology meets ecology on his own terms.
 244 Margolis et al. revisited. *Journal of Parasitology*, 83, 575–583. DOI: 10.2307/3284227.
- 245 Châari M., Feki M., Neifar L. 2015. Metazoan Parasites of the Mediterranean Garfish *Belone belone*
 246 *gracilis* (Teleostei: Belonidae) as a Tool for Stock Discrimination. *Open Journal of Marine*
 247 *Science*, 5, 324–334. DOI: 10.4236/ojms.2015.53027.
- 248 Cribb T.H., Bray R.A. 2010. Gut wash, body soak, blender and heat-fixation: approaches to the
 249 effective collection, fixation and preservation of trematodes of fishes. *Systematic Parasitology*, 76,
 250 1–7. DOI:10.1007/s11230-010-9229-z.
- 251 Dalgaard P., Madsen H.L., Samieian N., Emborg J. 2006. Biogenic amine formation and microbial
 252 spoilage in chilled garfish (*Belone belone belone*) – effect of modified atmosphere packaging and
 253 previous frozen storage. *Journal of Applied Microbiology*, 101, 80–95. DOI:10.1111/j.1365-
 254 2672.2006.02905.x.
- 255 Dorman J.A. 1986. Contributions to the biology of the garfish *Belone belone* and *Belone svetovidovi*.
 256 Ph.D. thesis, University of Dublin, Ireland.
- 257 Dorman J.A. 1989. Some aspects of the biology of the garfish *Belone belone* (L.) from Southern
 258 Ireland. *Journal of Fish Biology*, 35, 621–629.
- 259 Dorman J.A. 1991. Investigations into the biology of the garfish, *Belone belone* (L.), in Swedish
 260 waters. *Journal of Fish Biology*, 39, 59–69.

- 261 Dziekońska-Rynko J., Rokicki J. 2007. Life cycle of the nematode *Contracaecum rudolphii* Hartwig,
 262 1964 (sensu lato) from northern Poland under laboratory conditions. *Helminthologia*, 44, 3, 95–
 263 102. DOI: 10.2478/s11687-007-0013-9.
- 264 Engelbrecht H. 1958. Untersuchungen über den Parasitenbefall der Nutzfische im Greifswalder
 265 Bodden und Kleinem Haff. *Zeitschrift für Fischerei* 7, 481–511. (In German).
- 266 Fagerholm H.P. 1976. Fish nematodes from brackish and freshwater fishes in Finland. *Norwegian*
 267 *Journal of Zoology*, 24, 4, 466.
- 268 FAO 2016. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Fishery Statistical Collections,
 269 Global Aquaculture Production, <http://www.fao.org>. Cited 28 October 2016
- 270 Fischer E. 1955. Die parasitischen Würmer der wirtschaftlich wichtigsten Ostseefische. PhD-Thesis,
 271 Humboldt-University Berlin, Germany. (In German).
- 272 Fulton T.W. 1904. The rate of growth of fishes. Twenty-second Annual Report, Part III. Fisheries
 273 Board of Scotland, Edinburgh, 141–241.
- 274 Gibson D.I., Jones A., Bray R.A. 2002. Keys to the Trematoda, vol. 1. London: CAB International and
 275 Natural History Museum, 521 pp.
- 276 Grabda J. 1971. Catalogue of Parasitic Fauna in Poland. II, Parasites of Cyclostomates and Fishes.
 277 PWN Warszawa-Wrocław.
- 278 Grabda J. 1981. Parasitic fauna of garfish *Belone belone* (L.) from the Pomeranian Bay (southern
 279 Baltic) and its origin. *Acta ichthyologica et piscatoria*, 9, 1, 75–85.
- 280 Holmes J.C., Price P.W. 1986. Communities of parasites. In: (Eds. Anderson D.J., Kikkawa J.)
 281 Community ecology: Pattern and process. Blackwell Scientific Publications, Oxford, U.K., 187–
 282 213.
- 283 Holmes J.C. 1991. Spatial scale and important species in the analysis of communities of parasites.
 284 Second International School: parasite–host environment, Sofia, 28, 14 pp.
- 285 Jacobsen P., Bartz P., Szuks H. 1971. Die Trematodenfauna des Darmkanals der Fische des Salzhaffs
 286 (westliche Ostsee). *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Güstrow*, 49–51.
 287 (In German).

- 288 Kanarek G. 2011. Population biology of *Contracaecum rudolphii* sensu lato (Nematoda) in the great
289 cormorant (*Phalacrocorax carbo*) from northeastern Poland. *The Journal of parasitology*, 97, 185–
290 191. DOI: 10.1645/GE-2473.1.
- 291 Karlsbakk E., Kjøie M. 2012. The marine myxosporean *Sigmomyxa sphaerica* (Thélohan, 1895) gen.
292 n., comb. n.(syn. *Myxidium sphaericum*) from garfish (*Belone belone* (L.)) uses the polychaete
293 *Nereis pelagica* L. as invertebrate host. *Parasitology Research*, 110, 1, 211–218. DOI:
294 10.1007/s00436-011-2471-8.
- 295 Klimpel S., Palm H.W. 2011. Anisakid nematode (Ascaridoidea) life cycles and distribution:
296 Increasing zoonotic potential in the time of climate change? *Parasitology Research Monographs* 2,
297 Springer-Verlag, Heidelberg, Germany, 1–22. DOI: 10.1007/978-3-642-390 21396-0_11.
- 298 Kjøie M. 1993. Aspects of the life cycle and morphology of *Hysterothylacium aduncum* (Rudolphi,
299 1802) (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Canadian Journal of Zoology*, 71, 7, 1289–1296.
- 300 Kompowski A. 1965. The investigations on the garfish (*Belone belone* L.) from Puck Minchin, Bay.
301 *Prace Morskiego Instytutu Rybackiego*, 13.
- 302 Kuhn T., García-Màrquez J., Klimpel S. 2011. Adaptive radiation within marine anisakid nematodes:
303 a zoogeographical modeling of cosmopolitan, zoonotic parasites. *PLoS One*, 6, 12, e28642. DOI:
304 10.1371/journal.pone.0028642.
- 305 Levsen A., Lunestad B.T. 2010. *Anisakis simplex* third stage larvae in Norwegian spring spawning
306 herring (*Clupea harengus* L.), with emphasis on larval distribution in the flesh. *Veterinary*
307 *Parasitology*, 171, 3, 247–253. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.03.039.
- 308 Llewellyn J., Green J.E., Kearn G.C. 1984. A checklist of Monogenean (Platyhelminth) parasites of
309 Plymouth hosts. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 64, 881–
310 887.
- 311 Lorenz L. 1878. Ueber die Organisation der Gattungen *Axine* und *Microcotyle*. - *Arbeiten aus dem*
312 *Zoologischen Institute, Wien*, 1, 405–436. (In German).
- 313 Lüthen K. 1988. Zur Parasitierung der Flunder, *Platichthys flesus* (L.), an der Ostseeküste der DDR.
314 *Wissenschaftliche Zeitschrift der Pädagogischen Hochschule Güstrow*, 1, 49–62. (In German).
- 315 Moravec F. 2004. *Metazoan Parasites of Salmonid Fishes in Europe*. Academia, Prague, 512 pp.

- 316 Möller H. 1975. Der Einfluß von Temperatur und Salzgehalt auf Entwicklung und Verbreitung von
317 Fischparasiten, PhD-Thesis, University Kiel, 108 pp. (in German).
- 318 Odhner T. 1905. Die Trematoden des arktischen Gebietes. *Fauna Arctica*, 4, 291–372. (in German).
- 319 Özer A., Yurakhno V. 2013. Parasite fauna of garfish *Belone belone* collected from Sinop coasts of the
320 Black Sea, Turkey. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 33, 171–180.
- 321 Palm H.W., Klimpel S., Bucher C. 1999. Checklist of metazoan fish parasites of German coastal
322 waters. *Berichte aus dem Institut für Meereskunde an der Christian-Albrecht Universität, Kiel*, 307,
323 148 pp.
- 324 Palm H.W., Bray R.A. 2014. *Marine Fish Parasitology in Hawaii*. Westarp & Partner Digitaldruck,
325 Hohenwarsleben, 302 pp.
- 326 Pielou E.C. 1966. The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of*
327 *theoretical Biology*, 13, 131–144.
- 328 Podolska M., Horbowy J., Wyszynski M. 2006. Discrimination of Baltic herring populations with
329 respect to *Anisakis simplex* larvae infection. *Journal of Fish Biology*, 68, 1241–1256. DOI:
330 10.1111/j.0022-1112.2006.01004.x.
- 331 Poulin R. 1997. *Evolutionary ecology of parasites: from individuals to community*. Chapman & Hall,
332 London, 360 pp.
- 333 Prost M. 1967. Comparison of some species of fishes from the Mediterranean, Adriatic and Baltic
334 Seas. *Acta Parasitologica polonica*, XIV, 32.
- 335 Radujković B.M., Šundić D. 2014. Parasitic Flatworms (Platyhelminthes: Monogenea, Digenea,
336 Cestoda) of Fishes from the Adriatic Sea. *Natura Montenegrina*, 13, 7–280. DOI:
337 10.13140/RG.2.1.1401.5448.
- 338 Reimer L.W., Walter U. 1993. The parasitization of *Gadus morhua* in the southern Baltic Sea. *Applied*
339 *parasitology*, 34, 3, 181–186.
- 340 Riemann F. 1988. Nematoda. In: (Eds Higgins R.P., Thiel H.) *Introduction to the study of meiofauna*.
341 Smithsonian Press, Washington, DC, 293–301.
- 342 Roman-Chiriac E. 1960. Clasa Monogenoidea. *Fauna Republicii Populare Romane, Platyhelminthes*,
343 2, 1–149.

- 344 Rynkiewicz J. 1970. The Parasite Fauna of Garfish *Belone belone* (L.) from Puck Bay. *Acta*
 345 *Ichthyologica et Piscatoria*, 1, 103–106.
- 346 Scholz T. 1999. Life cycles of species of *Proteocephalus*, parasites of fishes in the Palearctic Region:
 347 a review. *Journal of Helminthology*, 73, 1, 1–19.
- 348 Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27,
 349 379–423.
- 350 Shih H.H. 2004. Parasitic helminth fauna of the cutlass fish, *Trichiurus lepturus* L., and the
 351 differentiation of four anisakid nematode third-stage larvae by nuclear ribosomal DNA sequences.
 352 *Parasitology Research*, 93, 188–195. DOI: 10.1007/s00436-004-1095-7.
- 353 Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163, 688.
- 354 Szostakowska B., Myjak P., Wyszynski M., Pietkiewicz H., Rokicki J. 2005. Prevalence of *Anisakis*
 355 *Nematodes* in Fish from southern Baltic Sea. *Polish Journal of Microbiology*, 54, 41–45.
- 356 Szostakowska B., Fagerholm H. P. 2007. Molecular identification of two strains of third-stage larvae
 357 of *Contracaecum rudolphii* sensu lato (Nematoda: Anisakidae) from fish in Poland. *Journal of*
 358 *Parasitology*, 93, 961–964.
- 359 Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. 2013. MEGA6: Molecular Evolutionary
 360 Genetics Analysis Version 6.0. *Molecular Biology and Evolution*, 30, 2725–2729. DOI:
 361 10.1093/molbev/mst197.
- 362 Unger P., Klimpel S., Lang T., Palm H.W. 2014. Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus*
 363 L.) as biological indicators in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica*, 59, 518–528. DOI:
 364 10.2478/s11686-014-0276-5.
- 365 Unger P., Palm H.W. 2016. Parasitation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground
 366 and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. *Parasitology*
 367 *Research*, 115, 1, 165–174. DOI: 10.1007/s00436-015-4732-4.
- 368 Unger P., Palm H. W. 2017. Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*
 369 Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. *Aquaculture International*, 25, 975–989.
 370 DOI: 0.1007/s10499-016-0096-8.
- 371 Van Beneden P.J. 1858. Mémoire sur les vers intestinaux. - Supplement Comptes Rendus des Sciences
 372 de la Société de Biologie, Paris, 2, 1–376.

- 373 Voigt H.R. 1981. A survey of the parasites from the Baltic Smelt, *Osmerus Eperlanus*. Proceedings of
374 the 10th symposium of the Scandinavian Society for Parasitology. ABO Akademi Information, 16,
375 62–65.
- 376 Wheeler A. 1969. The Fishes of the British Isles and North West Europe. East Lansing: Michigan
377 State University Press, 613 pp.
- 378 Zhu X.Q., Gasser R.B., Jacobs D.E., Hung G.C., Chilton N.B. 2000. Relationships among some
379 ascaridoid nematodes based on ribosomal DNA sequence data. Parasitology Research, 86, 738–
380 744. DOI: 10.1007/PL00008561.
- 381

6 Selbstständigkeitserklärung

I hereby declare, that I have completed the thesis submitted here independently and have composed it without outside assistance. Furthermore, I have not used anything other than the resources and sources stated. All text passages used literally or with regards to content have been declared as such.

The opportunity for this doctoral thesis has not been conveyed to me commercially. In particular, I did not engage an organization that, for a fee, seeks supervisors for the preparation of dissertations. Nor did I engage an organization to, in whole or in part, take care of incumbent obligations with regard to the examinations for me.

Hiermit versichere ich von Eides statt, dass ich die vorliegende kumulative Dissertationsschrift selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Dazu habe ich keine Quellen und Hilfsmittel verwendet, außer den von mir angegebenen. Ich erkläre, dass weder Textabschnitte noch Abbildungen von Dritten übernommen wurden, sofern dies nicht ausdrücklich gekennzeichnet ist.

Diese Arbeit wurde keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt, ferner wurde mir die Gelegenheit zum vorliegenden Promotionsvorhaben nicht kommerziell vermittelt. Insbesondere habe ich keine Organisation eingeschaltet, welche gegen Entgelt Betreuerinnen/Betreuer für die Anfertigung von Dissertationen sucht oder die mir obliegenden Pflichten hinsichtlich der Prüfungsleistungen für mich ganz oder teilweise erledigt.

Copyright:

Durch die Veröffentlichung der Ergebnisse dieser Arbeit bestehen Rechte von Dritten. Welche Zeitschriften bzw. Verlage diese Rechte innehaben, ist der Publikationsliste zu entnehmen.

Rostock, den 28.04.2017

Patrick Unger

7 Wissenschaftliche Veröffentlichungen

Unger P, Klimpel S, Lang T, Palm HW (2014) Metazoan parasites from herring (*Clupea harengus* L.) as biological indicators in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica* 59, 518–528.

Unger P, Palm HW, Helbig R, Weigand F, Lewicki C (2014) Bewuchs von Aquakulturnetzen im Ostseeinsatz: Kein Jahr gleicht dem Anderen. *Fischerei und Fischmarkt in MV* 3/14, 39–44.

Unger P, Palm HW (2016) Parasitisation of sea trout (*Salmo trutta trutta* L.) from the spawning ground and German coastal waters off Mecklenburg-Western Pomerania, Baltic Sea. *Parasitology Research* 115, 1, 165–174.

Palm HW, Kleinertz S, Mühlbauer F, Mann G, Unger P, Wasenitz B (2016) Baltic IMTA – Verfahrensentwicklung einer Integrierten Multi Trophischen Aquakultur für die Küstengewässer M-V (Teil 1). *Fischerei und Fischmarkt in MV*, 3/16, 43–47.

Palm HW, Kleinertz S, Mühlbauer F, Mann G, Unger P, Wasenitz B. (2016) Baltic IMTA – Verfahrensentwicklung einer Integrierten Multi Trophischen Aquakultur für die Küstengewässer M-V (Teil 2). *Fischerei und Fischmarkt in MV*, 4/16, 24–28.

Palm HW, Unger P, Kleinertz S, Mühlbauer F, Mann G, Wasenitz B (2017) Baltic IMTA – Verfahrensentwicklung einer Integrierten Multi Trophischen Aquakultur für die Küstengewässer M-V (Teil 3). *Fischerei und Fischmarkt in MV*, 1/17, 31–35.

Palm HW, Unger P, Wasenitz B, Kleinertz S, Mann G (2017) Baltic IMTA – Verfahrensentwicklung einer Integrierten Multi Trophischen Aquakultur für die Küstengewässer M-V (Teil 4). *Fischerei und Fischmarkt in MV*, 2/17, 45–48.

Unger P, Palm HW (2017) Parasite risk of maricultured rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) in the Western Baltic Sea, Germany. *Aquaculture International*, 25, 975–989. doi:10.1007/s10499-016-0096-8

Unger P, Neubert K, Palm HW (im Druck) Metazoan parasite fauna of migrating common garfish, *Belone belone* (L.), in the Baltic Sea. *Acta Parasitologica*.

Truong VT, Neubert K, Unger P, Palm HW, Bui QT, Ngo TTH, Kleinertz S (2017) Assessment of *Epinephelus coioides* (Hamilton, 1822) aquaculture systems in the Gulf of Tonkin, Vietnam. *Applied Ichthyology*, 2017, 1–12.

8 Danksagung

An allererster Stelle möchte ich meinem Doktorvater und Chef Herrn Prof. Dr. rer. nat. habil. Harry W. Palm dafür danken, dass er mir die Chance gab mit nach Rostock zu kommen und mir damit die Durchführung dieser Arbeit ermöglichte. Danke, dass ich von Ihrer Expertise, den hilfreichen Denkanstößen, der wissenschaftlichen Ausbildung und dem Rückhalt profitieren konnte. Außerdem möchte ich Herrn Dr. Andreas Bick für die gewissenhafte Betreuung meiner Dissertation und die offenen und bereichernden Diskussionen zum Thema danken.

Ich danke allen Projektpartnern, den Besatzungen der Walther Herwig III und der Solea, insbesondere Dr. Thomas Lang und Dr. Bente Limmer für die tatkräftige Unterstützung bei der Probennahme. Danke an alle Kollegen und Petrijünger, die mich in langen Stunden an der Ostsee anglerisch unterstützt haben. Des Weiteren gebührt ein Dankeschön den Mitarbeitern des Vereins Fisch und Umwelt M-V, Norbert Thomas Lorenz, Harry Hantke, Peter Möller und Bodo Dolk. Der Schewe/ Zimmermann GbR und der Landesforschungsanstalt M-V danke ich für die Hilfe sowie die Bereitstellung von Probenmaterial.

Für die finanzielle Unterstützung und die Förderung des Pilotprojektes BalticIMTA danke ich dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz in Mecklenburg-Vorpommern.

Für die Hilfe bei molekulargenetischen Arbeiten im Labor bin ich Lisa Verweyen, Stefan Theisen, Juliane Dabels und Thomas Kuhn dankbar.

Ich bin allen derzeitigen und ehemaligen Mitarbeitern des Lehrstuhls für Aquakultur und Sea-Ranching der AUF, Universität Rostock für die schönen Jahre und das ausgesprochen angenehme Arbeitsklima besonders dankbar. Ein spezieller Dank gilt vor allem den früheren und derzeitigen Doktoranden und Habilitanden Kilian, Ekaterina, Stefan, Gunnar, Adrian, Thuong, Björn, Sonja, Florian, Melanie, Berit, Ulli, Jan, Eike, Florian, Sebastian und Harvey für die vielen hilfreichen, fachlichen Diskussionen, das Korrekturlesen und die Hilfe bei kleineren und größeren technischen Problemen, aber auch für den vielen Spaß, die Angeltouren und Pokerabende die wir gemeinsam erlebt haben.

Der allerherzlichste Dank gilt meiner Familie, meinen Eltern Ursula und Jörg, meiner Schwester Leonie, meinem Onkel Wolfgang und ganz besonders meiner Freundin Jenni und meiner kleinen Paula. Danke, dass ihr immer an mich geglaubt habt, viel Zeit geopfert und mich bedingungslos unterstützt habt. Ohne euch und eure Rückendeckung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Vielen Dank ihr Lieben!

9 Anhang

Tab. 8. Parasitenfauna des Atlantischen Herings, *Clupea harengus*, nach Literaturangaben in der Ostsee. indet. = Indeterminante, sp. = species, 1 = Dollfus 1956, 2 = Arthur und Arai 1984, 3 = Bucher 1998, 4 = Palm, Klimpel und Bucher 1999, 5 = Podolska und Horbowy 2003, 6 = Campbell et al. 2007, 7 = Skov et al. 2009, 8 = Unger et al. 2014.

Großgruppe	Stamm	Taxa	Quelle
Protozoa	Apicomplexa	<i>Eimeria sardinae</i>	2
	"Protozoa"	Unidentified <i>Sporozoa</i>	2
Digenea		<i>Brachyphallus crenatus</i>	1, 2, 3, 4 und 8
		<i>Cryptocotyle lingua</i>	3, 4 und 8
		<i>Diplostomum spathaceum</i>	2, 4 und 8
		<i>Hemiurus appendiculatus</i>	2
		<i>H. communis</i>	3 und 4
		<i>H. luehei</i> (Syn. <i>H. ocreatus</i>)	1, 2, 3, 4 und 8
		<i>H. raabei</i>	2
		<i>Lecithaster confusus</i>	2, 3, 4 und 8
		<i>L. gibbosus</i>	2
		<i>Parahemiurus merus</i>	2
		<i>Podocotyle atomon</i>	4
		<i>Stephanoprora pseudoechinata</i>	2
Monogenea		<i>Gyrodactylus harengi</i>	2
Cestoda		<i>Abothrium gadi</i>	2
		<i>Bothriocephalus scorpii</i>	1, 2 und 4
		<i>Bothriocephalus</i> sp.	2
		<i>Eubothrium crassum</i>	1 und 2
		<i>Eubothrium</i> sp.	2
		<i>Proteocephalus</i> sp.	2 und 8
		<i>Scolex bothriosimplex</i>	4
		<i>Scolex pleuronectis</i>	2 und 4
		<i>Tertaphylidea</i> indet.	4
Nematoda		<i>Anisakis simplex</i>	2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8
		<i>Anisakis</i> sp.	2 und 4
		<i>Contracaecum osculatum</i>	2, 4 und 8
		<i>C. rudolphii</i>	2
		<i>Cystidicola farionis</i>	2
		<i>Eustoma rotundatum</i>	4
		<i>Hysterothylacium aduncum</i>	1 und 2
		<i>Paracuararia tridentata</i>	8
		<i>Phocascaris</i> sp.	2
		<i>Raphidascaris acus</i>	3 und 4
		<i>Spiruroideorum</i>	3 und 4
		<i>Acanthocephalus clavula</i>	1 und 2
		<i>A. lucii</i>	2
		<i>Corynosoma semerme</i>	1 und 2
		<i>C. strumosum</i>	1, 2 und 8
		<i>Corynosoma</i> sp.	2
Acanthocephala		<i>Echinorhynchus gadi</i>	1, 2, 4 und 8
		<i>E. salmonis</i>	1 und 2
		<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	2
		<i>Pomphorhynchus kostylewi</i>	2
		<i>P. laevis</i>	1, 2, 3, 4 und 8
Arguloidea (Branchiura)		<i>A. coregoni</i>	2
Copepoda		<i>Ergasilus sieboldi</i>	2

Tab. 9. Parasitenfauna der Meerforelle, *Salmo trutta trutta*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Buchmann 1987, 2 = Buchmann 1989, 3 = Malmberg und Malmberg 1993, 4 = Palm, Klimpel und Bucher 1999, 5 = Unger und Palm 2016.

Großgruppe	Taxa	Quelle
Digenea	<i>Brachyphallus crenatus</i>	2, 4 und 5
	<i>Crepidostomum metoecus</i>	2
	<i>Derogenes varicus</i>	5
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	2
	<i>Hemiurus communis</i>	5
	<i>Hemiurus luehei</i>	5
	<i>Podocotyle atomon</i>	2, 4 und 5
Monogenea	<i>Gyrodactylus derjavini</i>	3
Cestoda	<i>Cyathocephalus truncatus</i>	1
	<i>Diphyllbothrium dendriticum</i>	4 und 5
	<i>Eubothrium crassum</i>	1, 4 und 5
Nematoda	<i>Anisakis simplex</i>	5
	<i>Ascarophis</i> sp.	4
	<i>Contracaecum rudolphi</i>	5
	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	5
	<i>Hysterothylacium</i> sp.	4
	<i>Pseudoterranova decipiens</i>	4
Acanthocephala	<i>Acanthocephalus anguillae</i>	2
	<i>Echinorhynchus gadi</i>	2, 4 und 5
	<i>Echinorhynchus truttae</i>	2
	<i>Polymorphus minutus</i>	2 und 4
	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	2, 4 und 5

Tab. 10. Parasitenfauna der Regenbogenforelle, *Oncorhynchus mykiss*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Meinila et al. 2004, 2 = Skov et al. 2014, 3 = Unger und Palm 2017.

Großgruppe	Taxa	Quelle
Digenea	<i>Brachyphallus crenatus</i>	3
	<i>Diplostomum</i> sp.	3
Monogenea	<i>Gyrodactylus salaris</i>	1
Cestoda	<i>Eubothrium</i> sp.	2
Nematoda	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	2 und 3
Acanthocephala	<i>Echinorhynchus gadi</i>	3
	<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	2
	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	3
Copepoda	<i>Lepeophtheirus salmonis</i>	2

Tab. 11. Parasitenfauna des Hornhechtes, *Belone belone*, in der Ostsee. sp. = species, 1 = Fischer 1955, 2 = Engelbrecht 1958; 3 = Bartz und Jacobsen 1969, 4 = Rynkiewicz 1970, 5 = Jacorsen et al. 1971, 6 = Grabda 1971, 7 = Fagerholm 1976, 8 = Grabda 1981, 9 = Dorman 1991, 10 = Skov et al. 2009, 11 = Unger et al., in Revision.

Großgruppe	Taxa	Quelle
Digenea	<i>Brachyphallus crenatus</i>	3 und 5
	<i>Diplostomum spathaceum</i>	4
	<i>Hemiurus luhei</i>	1
	<i>Lecithaster confusus</i>	3, 5 und 11
	<i>Podocotyle atomon</i>	1
	<i>Tylodelphis</i> sp.	4
Monogenea	<i>Axine belones</i>	11
Cestoda	<i>Bothriocephalus scorpii</i>	1, 2 und 11
	<i>Lacistorhynchus tenuis</i>	8
	<i>Proteocephalus</i> sp.	11
	<i>Ptychobothrium belones</i>	1
	<i>Scolex pleuronectes</i>	4
Nematoda	<i>Anisakis simplex</i>	8, 10 und 11
	<i>Anisakis</i> sp.	7
	<i>Contracaecum rudolphii</i>	11
		4
	<i>Cucullanus truttae</i>	
	<i>Hysterothylacium aduncum</i> (<i>Contracaecum aduncum</i>)	4 und 11
	<i>Pseudoterranova decipiens</i>	1 und 2
Acanthocephala	<i>Thynnascaris adunca</i>	8
	<i>Echinorhynchus gadi</i>	8 und 11
	<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	4 und 8
	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	1, 4, 6, 8 und 11
Copepoda	<i>Caligus lacustris</i>	9

Tab. 12. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Heringe aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten, isolierte Parasitenarten und die Herkunft der Fische.

Morphometrie Fisch																				
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemius luehei</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracuarva tridentata</i>	<i>Corynosoma strumosum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	Habitat	
1	14,8	12,4	21,9	19,4	0,2	m	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
2	14,1	12,0	19,5	16,5	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
3	13,6	11,3	16,8	14,9	0,1	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
4	14,1	12,4	20,5	18,3	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
5	13,1	11,1	15,7	13,8	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
6	13,9	12,2	19,8	17,4	0,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
7	14,4	12,1	21,0	18,0	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
8	13,2	11,7	18,1	16,1	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
9	14,0	12,2	20,4	18,5	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
10	12,8	10,9	15,8	13,6	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
11	12,7	10,7	15,9	13,1	0,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
12	12,7	11,8	17,9	15,2	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
13	19,5	16,7	50,3	45,1	0,4	w	0	0	0	26	1	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
14	16,3	14,0	32,4	29,5	0,3	m	2	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
15	16,3	13,9	31,7	29,1	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
16	22,0	18,9	78,2	69,0	0,4	w	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
17	20,5	17,2	63,9	57,7	0,9	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
18	19,6	16,8	51,8	47,9	0,6	m	0	0	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
19	22,6	19,2	92,1	81,5	1,1	w	0	0	0	0	0	0	7	1	0	0	0	0	Kieler Bucht	
20	16,6	14,7	34,3	31,3	0,3	m	1	7	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
21	16,9	14,7	34,6	31,1	0,3	w	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
22	21,2	18,4	76,9	64,8	0,7	w	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
23	14,1	12,5	23,4	18,1	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
24	13,9	12,0	20,3	18,0	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
25	14,0	11,6	18,0	16,7	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
26	14,1	12,5	20,7	18,7	0,3	m	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
27	13,3	11,8	19,5	17,7	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)	
28	22,0	18,5	83,6	63,6	0,4	m	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0	1	0	Adlergrund	
29	24,4	20,7	111,8	78,6	0,6	m	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	Adlergrund	
30	23,4	20,1	127,5	93,3	0,7	m	0	5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	Adlergrund	
31	22,5	19,8	102,1	74,9	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Adlergrund	
32	25,9	21,7	126,4	86,0	0,4	w	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	Adlergrund	
33	21,3	19,2	93,7	60,9	1,1	w	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund	
34	21,4	18,1	87,9	62,9	0,4	m	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	Adlergrund	
35	25,0	21,2	114,5	101,0	1,6	w	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund	

Tab. 13. Fortsetzung I der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Morphometrie Fisch																				
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemiurus luehei</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracuarria tridentata</i>	<i>Corynosoma strumosum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	Habitat	
36	25,6	21,6	122,8	111,6	1,6	w	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund	
37	25,0	21,1	116,9	95,0	1,0	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Adlergrund	
38	21,1	17,7	64,4	59,3	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
39	17,9	15,1	37,6	33,5	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
40	21,5	18,1	65,7	59,7	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
41	20,6	17,2	59,1	53,4	0,7	m	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
42	24,5	20,8	110,8	77,4	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
43	16,0	14,3	34,4	30,9	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
44	19,1	17,1	61,0	54,0	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
45	19,5	18,1	62,0	57,1	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Polen	
46	17,1	16,1	45,9	41,6	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
47	20,2	17,3	49,4	44,7	0,8	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
48	20,6	19,0	85,0	59,7	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen	
49	17,4	14,7	35,2	32,4	0,4	w	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
50	18,6	16,6	59,0	51,5	0,7	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
51	23,7	20,2	87,6	79,4	0,9	w	0	29	0	10	0	0	2	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
52	15,5	14,2	30,4	27,1	0,3	j	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
53	15,7	13,1	25,3	23,0	0,3	w	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
54	16,6	14,1	30,2	27,6	0,3	w	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
55	17,0	15,5	35,5	32,9	0,4	m	1	0	0	65	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
56	16,3	14,0	28,7	26,0	0,3	j	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
57	16,1	13,9	29,0	26,4	0,3	j	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
58	20,9	17,6	65,3	59,0	0,8	m	0	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
59	22,4	18,6	73,5	65,2	0,9	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
60	20,3	17,2	58,6	50,4	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
61	20,7	17,7	68,9	60,0	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
62	21,5	18,2	67,5	61,4	0,9	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
63	20,5	17,2	62,6	56,3	0,7	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
64	20,2	17,1	58,4	52,5	0,5	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
65	21,6	18,4	71,1	63,0	1,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
66	18,9	15,8	48,1	43,0	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
67	20,5	17,5	73,6	60,4	0,9	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
68	16,2	14,1	30,3	26,9	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen	
69	19,9	17,2	56,6	52,3	0,7	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	
70	22,5	19,2	73,9	66,2	1,1	w	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht	

Tab. 14. Fortsetzung II der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Morphometrie Fisch																			Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemirius luehei</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracutaria tridentata</i>	<i>Corynosoma strumosum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
71	20,4	17,9	68,9	60,1	0,7	w	0	7	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
72	21,9	18,6	75,6	67,9	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
73	20,4	17,4	60,2	54,3	0,7	w	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
74	18,1	15,4	42,5	38,6	0,5	j	0	0	0	112	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
75	16,0	13,7	27,1	24,3	0,2	w	4	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
76	20,6	17,6	58,3	52,4	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
77	22,2	19,1	85,9	75,1	0,3	w	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
78	17,9	15,0	38,7	34,8	0,5	w	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	1	0	Litauen
79	19,1	17,0	44,5	39,8	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	Polen
80	20,0	17,0	61,0	49,4	1,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
81	22,0	18,4	71,3	63,0	1,1	m	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	Polen
82	19,6	16,8	50,1	44,8	0,6	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
83	20,6	17,2	50,2	45,7	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
84	24,9	21,0	103,8	83,7	2,3	w	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Polen
85	19,8	16,6	49,5	45,2	0,5	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Polen
86	19,2	16,1	47,8	43,3	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
87	19,4	16,3	48,8	44,2	0,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
88	20,4	17,1	54,3	49,1	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
89	18,9	15,9	47,9	42,7	0,6	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
90	21,5	18,1	60,6	55,1	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	Polen
91	22,4	19,1	80,3	62,6	0,5	m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	Adlergrund
92	24,9	21,0	109,4	89,2	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	Adlergrund
93	22,3	18,4	87,8	60,5	1,1	w	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	Adlergrund
94	17,6	14,9	38,2	32,3	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
95	22,7	19,6	99,3	73,8	0,4	m	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
96	24,8	20,8	108,2	99,7	1,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
97	21,9	18,4	64,7	58,9	0,4	m	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
98	23,6	20,0	88,9	83,1	0,7	m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	Adlergrund
99	24,0	20,4	90,4	82,4	0,7	m	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
100	20,3	17,4	66,0	58,0	1,1	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	Adlergrund
101	22,4	19,1	83,1	74,2	0,8	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	Adlergrund
102	21,5	18,3	71,2	63,9	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	Adlergrund
103	22,0	18,4	88,8	66,2	0,3	m	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
104	22,5	19,1	100,3	70,0	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
105	21,4	18,1	65,2	60,4	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund

Tab. 15. Fortsetzung III der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Morphometrie Fisch																			Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemiramus lucheii</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracucaria tridentata</i>	<i>Corynosoma sirumsum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
106	21,8	19,8	80,2	70,3	0,5	m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
107	21,3	18,1	67,3	62,6	0,5	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	Adlergrund
108	21,1	18,0	72,9	64,9	1,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
109	20,9	17,3	58,8	52,6	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
110	21,5	18,4	69,1	61,6	1,0	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
111	21,6	18,2	65,0	58,3	0,8	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
112	19,7	16,6	58,1	51,5	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
113	21,5	18,9	84,4	74,0	1,0	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
114	18,1	15,2	44,6	39,5	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
115	18,6	17,1	56,9	51,6	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	Litauen
116	19,7	16,4	51,5	46,3	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
117	21,7	18,5	89,9	77,8	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
118	22,0	18,6	67,9	61,4	0,9	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
119	24,3	20,4	88,8	82,8	0,8	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
120	23,3	19,5	80,5	70,5	0,9	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
121	24,1	20,3	95,3	78,4	2,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
122	21,3	18,5	65,1	58,9	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
123	20,2	17,2	53,7	48,4	0,5	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Litauen
124	32,5	28,5	258,4	235,3	2,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	Litauen
125	19,0	16,4	53,3	44,1	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
126	18,5	15,6	40,1	37,0	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
127	20,4	17,3	61,4	52,7	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
128	19,3	16,3	55,5	49,2	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
129	21,4	18,0	71,8	63,4	1,4	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
130	21,3	18,1	66,7	61,3	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Litauen
131	19,4	16,5	56,6	48,0	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
132	20,1	17,0	50,2	45,9	0,5	m	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
133	19,1	16,4	48,1	43,7	0,5	w	0	26	0	53	6	0	0	1	0	0	0	1	Kieler Bucht
134	21,6	18,7	68,3	62,4	0,7	w	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
135	16,9	14,7	37,9	31,2	0,2	m	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
136	18,2	15,4	40,1	36,9	0,5	w	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
137	20,2	17,2	53,6	48,4	0,7	m	0	12	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	Kieler Bucht
138	22,1	18,8	91,0	66,7	0,5	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	Adlergrund
139	24,6	21,7	110,6	101,3	1,4	w	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0	Adlergrund
140	23,1	19,6	94,5	67,6	0,4	m	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund

Tab. 16. Fortsetzung IV der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Morphometrie Fisch																			Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemisturus luehei</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracucaria tridentata</i>	<i>Corynosoma sirumsum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
141	21,5	18,0	65,0	59,9	0,6	w	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
142	22,2	18,9	88,1	69,9	1,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
143	22,2	18,7	70,2	61,3	0,5	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Adlergrund
144	22,4	18,7	86,4	63,2	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Adlergrund
145	24,0	20,2	99,5	72,7	0,4	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	Adlergrund
146	20,9	17,5	56,2	50,8	0,7	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
147	20,7	17,4	63,0	55,2	0,8	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
148	20,0	16,9	54,6	49,7	0,5	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
149	18,1	15,6	39,4	36,3	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
150	20,7	17,5	57,7	51,9	0,8	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
151	20,2	17,1	58,9	52,7	0,7	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
152	23,1	19,4	80,5	73,2	0,8	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
153	22,4	18,2	73,1	62,0	0,9	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
154	24,2	21,0	131,5	97,9	2,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
155	20,1	16,6	53,1	47,9	0,6	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Polen
156	22,6	19,1	93,0	63,7	0,4	m	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Polen
157	24,0	20,2	94,9	84,9	1,1	m	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Polen
158	13,1	11,4	16,2	14,3	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
159	13,4	11,5	17,1	15,5	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
160	13,0	11,6	17,1	15,4	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
161	13,8	12,0	17,7	16,1	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
162	13,6	12,0	19,5	17,2	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
163	13,1	11,8	18,4	15,6	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
164	13,4	12,0	18,0	15,3	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
165	14,2	12,4	20,7	18,4	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
166	13,5	11,4	17,3	15,6	0,1	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
167	13,5	11,2	16,7	15,2	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
168	13,7	11,7	18,8	17,0	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
169	13,3	11,2	15,8	13,9	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
170	12,6	10,7	13,1	11,6	0,1	w	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
171	14,2	11,8	17,6	15,9	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
172	13,4	11,6	17,4	15,6	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
173	13,6	12,4	21,4	19,6	0,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
174	13,1	11,3	16,3	14,5	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)
175	14,1	12,1	20,3	18,3	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Estland)

Tab. 17. Fortsetzung V der Tabelle 12, Rohdaten der parasitologischen Untersuchung des Herings.

Morphometrie Fisch																				Habitat
ischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Hemiurus luehei</i>	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Paracuarita tridentata</i>	<i>Corynosoma strumosum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>		
176	15,0	12,6	21,6	19,5	0,2	w	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
177	15,7	13,2	26,3	23,5	0,3	m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
178	12,3	11,3	16,1	14,7	0,1	m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
179	14,0	11,7	19,2	17,0	0,1	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
180	14,2	12,1	20,1	17,5	0,2	m	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
181	14,5	12,4	23,7	20,5	0,2	w	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
182	14,2	12,2	20,1	17,9	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
183	14,1	12,6	21,0	18,4	0,2	m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
184	14,7	12,4	23,5	21,1	0,3	m	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
185	12,6	11,4	16,7	14,6	0,1	w	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
186	15,0	12,6	23,0	20,8	0,2	w	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
187	14,5	13,3	26,4	23,6	0,3	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
188	14,2	11,9	18,5	16,6	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
189	14,6	12,3	19,3	17,1	0,2	w	0	10	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
190	14,9	12,5	22,0	20,3	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
191	14,9	12,6	21,3	19,0	0,3	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
192	15,1	12,5	23,4	20,9	0,3	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
193	14,2	11,8	16,5	14,6	0,2	w	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
194	15,2	13,8	27,1	24,4	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
195	12,7	10,7	15,0	13,3	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
196	13,1	12,1	20,4	18,0	0,2	m	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
197	14,4	12,5	18,9	16,8	0,1	m	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
198	14,0	12,1	20,0	17,6	0,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
199	13,2	12,6	23,7	20,2	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
200	13,7	11,4	15,8	14,2	0,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
201	13,2	11,9	18,0	16,0	0,2	m	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
202	13,5	12,1	17,8	16,2	0,2	w	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
203	12,8	11,2	14,6	12,9	0,1	m	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
204	14,8	12,9	24,0	21,4	0,2	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
205	13,9	12,0	20,7	18,6	0,3	w	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
206	14,6	13,5	26,2	23,6	0,2	m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
207	14,0	12,1	20,7	18,5	0,2	w	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
208	15,4	13,6	21,0	19,2	0,2	m	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
209	13,8	12,6	22,1	19,9	0,3	w	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	
210	14,5	12,4	19,6	17,5	0,2	w	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Finnischer Meerbusen (vor Finnland)	

Tab. 18. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Meerforellen aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch							Parasitenfauna												Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Derogenes varicus</i>	<i>Hemirus luehei</i>	<i>Hemirus ocreatus</i>	<i>Podocotyle atomon</i>	<i>Diphylobothrium dendriticum</i>	<i>Eubothrium crassum</i>	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum rudolphii</i>	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
1	58,5	54,5	2108,2	1935,9	20,7	w	197	0	1	0	0	0	5	0	0	0	1	0	Ostsee
2	28,5	25,5	237,8	210,8	3,8	w	48	0	4	0	0	0	21	0	0	0	0	10	Ostsee
3	38,5	35,5	601,3	538,0	7,8	m	2092	0	3	0	0	0	5	0	0	0	0	0	Ostsee
4	38,5	35,8	584,4	542,1	5,9	w	127	0	6	0	0	0	0	0	0	0	1	0	Ostsee
5	31,0	27,5	323,1	285,8	3,8	w	0	0	21	0	0	0	23	0	0	0	0	1	Ostsee
6	41,0	37,5	747,4	690,4	5,8	w	43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	19	Ostsee
7	65,0	60,5	3014,5	2730,3	40,1	m	0	0	0	0	0	0	38	0	0	0	0	0	Ostsee
8	21,5	17,5	83,8	75,1	0,9	j	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	Ostsee
9	19,5	19,0	67,9	58,4	1,3	j	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	Ostsee
10	36,5	34,0	556,2	493,1	8,1	w	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	Ostsee
11	51,5	46,5	1642,6	1484,9	25,4	w	5	0	0	0	0	0	72	0	0	0	0	0	Ostsee
12	49,0	44,5	1680,4	1468,4	24,0	m	3	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	Ostsee
13	38,5	35,0	621,7	566,2	6,3	m	509	0	20	0	1	0	0	0	0	4	0	4	Ostsee
14	48,5	44,5	1680,6	1503,7	24,5	m	345	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	Ostsee
15	19,5	16,5	64,3	54,7	1,1	w	0	1	0	0	0	1	0	0	0	20	0	0	Ostsee
16	42,5	37,5	869,5	817,4	5,5	w	211	0	2	0	3	0	0	0	0	0	1	1	Ostsee
17	28,0	26,0	296,1	261,9	5,8	j	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Ostsee
18	38,5	36,0	647,1	574,2	14,0	m	5	0	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	Ostsee
19	71,0	65,0	4512,0	4185,7	59,3	w	489	0	0	0	0	0	51	0	0	0	0	0	Ostsee
20	47,0	42,5	798,6	728,2	9,0	m	54	0	0	0	0	0	15	0	2	0	0	0	Ostsee
21	69,0	64,5	3072,0	2883,4	32,5	m	281	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	Ostsee
22	48,0	44,0	1107,4	996,2	14,5	m	1039	0	0	0	1	0	20	0	0	0	1	0	Ostsee
23	49,0	44,0	933,8	858,2	10,7	w	62	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	1	Ostsee
24	41,5	36,0	621,7	560,6	8,5	w	1638	0	39	0	0	0	6	0	0	0	0	0	Ostsee
25	34,0	29,5	394,1	343,2	6,1	w	248	0	65	0	0	0	39	0	0	0	0	1	Ostsee
26	50,0	45,5	1397,9	1068,9	15,3	w	0	0	0	0	0	0	28	0	0	0	0	0	Ostsee
27	64,5	60,0	3076,9	2790,8	41,0	w	24	0	2	0	0	0	15	0	0	1	0	0	Ostsee
28	62,0	57,5	2594,8	2366,8	33,5	m	622	0	37	0	0	0	18	0	0	0	0	0	Ostsee
29	63,5	58,0	2936,5	2531,5	59,5	w	34	0	9	0	0	0	70	0	0	0	0	0	Ostsee
30	58,0	52,5	1989,2	1889,7	14,1	w	531	0	29	8	0	0	4	0	0	1	0	0	Ostsee
31	46,0	42,0	941,4	877,9	9,2	m	2217	0	42	0	0	0	8	1	7	6	0	0	Ostsee
32	55,0	50,0	1473,4	1356,1	17,1	m	294	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	Ostsee
33	54,0	49,0	1776,5	1611,9	23,6	w	0	1	0	1	0	0	13	0	0	0	0	0	Ostsee
34	45,5	40,5	921,9	844,3	10,0	w	984	1	33	6	0	0	11	0	0	0	0	0	Ostsee

Tab. 19. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Meerforellen aus den Laichhabitaten. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch							Parasitenfauna												Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Derogenes varicus</i>	<i>Hemiurus luehei</i>	<i>Hemiurus ocreatus</i>	<i>Podocotyle atomon</i>	<i>Diphylobothrium dendriticum</i>	<i>Eubothrium crassum</i>	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum rudolphii</i>	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
35	50,5	46,5	1453,0	1117,0	17,4	w	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	Warnow
36	52,0	47,0	1583,0	1204,0	20,3	w	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	Warnow
37	55,0	45,5	1696,0	1431,0	44,2	m	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	Warnow
38	62,5	57,0	3817,5	3594,0	56,9	m	0	0	0	0	0	0	53	0	0	0	0	0	Warnow
39	69,0	62,5	3617,0	2791,0	67,8	w	3	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0	Warnow
40	79,0	70,5	5396,1	4904,0	72,0	m	123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Warnow
41	67,0	63,0	3984,0	3112,0	112,0	w	104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Warnow
42	60,5	53,0	2901,0	2314,0	39,0	w	0	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	Warnow
43	45,0	41,0	942,8	703,6	17,3	w	0	0	0	0	0	0	57	0	0	0	0	0	Warnow
44	49,5	45,0	1528,0	1131,2	34,3	w	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Warnow
45	50,0	44,5	1396,3	1255,1	25,6	m	1	0	0	0	0	0	23	0	0	0	0	0	Warnow
46	90,5	81,0	6244,6	5622,6	123,3	m	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	Warnow
47	50,5	45,5	1272,0	1141,1	33,5	m	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	Warnow
48	55,0	49,0	1413,9	1244,6	34,7	w	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	Warnow
49	51,5	48,0	1006,2	914,4	25,6	w	3	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	Warnow
50	71,0	64,5	3994,7	3596,2	85,2	m	33	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	1	Warnow
51	52,0	47,5	1636,2	1435,6	20,8	m	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	Warnow
52	48,0	45,0	1197,6	1117,9	12,1	w	1265	8	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	Unterwarnow

Tab. 20. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum ersten Probennahmezeitpunkt 2013. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch								Parasitenfauna				Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Gonadengewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Diplostomum</i> sp.	<i>Echinorhynchus truttae</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
1	35,5	31,0	426,1	399,7	0,7	3,5	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
2	35,0	31,5	362,7	339,4	0,6	2,6	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
3	33,5	30,0	342,0	318,2	0,6	2,8	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
4	35,0	31,5	372,4	351,3	0,6	3,0	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
5	33,5	30,5	369,3	345,4	0,8	3,3	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
6	34,0	30,5	371,8	347,0	0,5	2,7	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
7	32,0	29,0	264,6	247,0	0,3	3,5	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
8	34,0	30,5	334,1	312,0	0,4	2,5	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
9	32,0	28,0	204,4	183,4	0,5	1,8	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
10	32,5	29,0	324,9	292,5	0,5	2,4	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
11	33,5	30,5	290,4	273,9	0,4	2,6	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
12	33,0	29,5	300,1	284,4	0,5	2,1	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
13	34,0	31,0	352,6	320,1	0,4	3,1	w	10	0	0	0	Ostsee; I 11.13
14	32,0	28,0	290,6	276,3	0,5	2,2	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
15	32,5	29,5	352,8	324,6	0,5	2,9	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
16	31,5	28,0	200,7	187,7	0,5	1,7	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
17	32,0	29,0	326,2	302,9	0,6	2,3	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
18	31,0	27,5	297,0	279,0	0,4	2,4	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
19	30,5	27,5	296,4	277,0	0,5	2,3	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
20	32,0	28,5	320,2	298,9	0,5	2,4	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
21	31,0	28,5	323,3	292,5	0,5	3,9	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
22	33,0	29,5	375,3	356,9	0,4	2,5	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
23	32,0	28,0	311,7	288,9	0,4	2,7	w	0	0	0	1	Ostsee; I 11.13
24	32,5	29,5	306,6	285,2	0,6	2,9	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
25	31,0	27,5	307,7	283,1	0,5	2,9	w	1	0	0	0	Ostsee; I 11.13
26	33,0	29,5	316,9	292,3	0,6	3,1	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
27	31,0	27,5	293,5	272,4	0,4	2,2	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
28	29,0	25,5	200,8	185,1	0,3	1,4	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
29	31,0	27,0	300,7	278,7	0,4	3,1	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
30	32,5	29,5	284,8	260,2	0,5	2,0	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
31	31,5	28,0	309,5	291,3	0,6	2,6	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
32	31,0	27,5	308,9	282,3	0,5	3,1	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
33	32,5	29,0	343,8	315,8	0,6	3,1	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
34	33,5	29,5	263,5	243,9	0,7	1,9	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13
35	32,5	28,0	321,6	305,9	0,5	3,0	w	0	0	0	0	Ostsee; I 11.13

Tab. 21. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum ersten Probennahmezeitpunkt 2014. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch							Parasitenfauna					Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Gonadengewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Diplostomum</i> sp.	<i>Echinorhynchus truttae</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
36	34,5	31,0	623,9	537,8	0,7	5,9	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
37	34,5	32,0	664,2	577,6	0,1	8,8	w	0	0	1	0	Ostsee; II 05.14
38	35,5	33,0	840,8	691,4	0,7	9,4	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
39	34,0	30,5	640,5	521,7	0,9	8,4	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
40	34,5	31,5	603,3	532,2	1,7	8,3	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
41	33,0	30,0	569,0	492,7	1,1	6,9	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
42	34,0	31,0	579,3	512,1	0,1	8,1	w	0	0	1	0	Ostsee; II 05.14
43	36,5	32,5	613,5	560,1	1,9	8,4	w	0	2	0	0	Ostsee; II 05.14
44	34,0	31,0	809,6	680,1	15,9	13,2	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
45	35,5	31,5	712,0	616,4	0,5	10,2	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
46	37,0	33,5	794,5	678,5	1,4	12,3	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
47	39,5	36,0	786,4	647,5	2,2	9,7	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
48	37,5	34,0	759,9	641,2	9,7	7,7	m	0	1	0	0	Ostsee; II 05.14
49	39,0	35,5	855,3	727,7	3,6	11,9	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
50	37,0	33,5	735,8	644,5	0,9	12,2	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
51	33,0	29,5	540,7	484,0	0,6	9,6	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
52	38,5	34,5	836,6	741,5	1,8	8,1	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
53	32,0	29,5	545,2	474,6	0,5	6,0	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
54	36,0	32,0	745,7	641,9	1,9	10,6	w	0	1	0	0	Ostsee; II 05.14
55	37,0	32,5	616,4	616,4	0,9	10,6	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
56	33,5	30,0	599,8	526,3	1,8	6,0	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
57	39,0	35,0	724,2	626,2	3,8	8,0	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
58	34,0	30,5	567,1	502,2	0,9	7,4	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
59	37,0	33,0	722,0	639,6	0,4	11,7	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
60	34,0	31,0	652,8	564,9	1,2	7,6	m	0	1	0	0	Ostsee; II 05.14
61	33,5	29,5	700,5	600,3	8,3	10,3	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
62	37,5	34,0	751,1	631,9	3,3	11,8	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
63	38,5	34,5	724,5	628,5	0,2	9,1	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
64	38,0	34,5	682,7	586,7	1,2	10,6	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
65	34,0	30,5	609,4	514,5	0,8	9,1	w	0	0	1	0	Ostsee; II 05.14
66	37,5	34,5	897,4	781,5	3,0	13,9	m	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
67	35,5	32,0	620,4	517,4	1,7	6,4	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
68	33,5	30,0	659,0	583,1	0,7	10,9	w	0	0	1	0	Ostsee; II 05.14
69	37,0	32,5	630,8	552,1	0,7	9,8	w	0	0	0	0	Ostsee; II 05.14
70	36,5	33,0	869,8	751,6	1,0	11,2	w	0	2	0	0	Ostsee; II 05.14

Tab. 22. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Regenbogenforelle aus der Ostsee zum zweiten Probennahmenzeitpunkt in 2014. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch								Parasitenfauna				Habitat
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Gonadengewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Geschlecht	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Diplostomum</i> sp.	<i>Echinorhynchus truttae</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	
71	44,0	39,5	673,7	618,2	0,9	6,3	w	0	2	0	0	Ostsee; III 11.14
72	39,0	35,0	612,2	550,2	0,9	5,7	w	0	2	0	0	Ostsee; III 11.14
73	37,0	32,5	495,2	450,0	0,7	6,5	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
74	41,0	36,5	630,6	563,4	0,9	7,8	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
75	35,5	30,5	612,5	494,6	64,4	12,5	w	3	0	0	0	Ostsee; III 11.14
76	35,5	32,5	546,9	498,5	0,9	5,4	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
77	31,0	28,0	466,6	426,9	1,1	3,7	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
78	33,0	29,5	325,2	290,3	0,1	6,8	m	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
79	36,5	33,0	455,9	414,1	0,9	4,6	w	1	1	0	0	Ostsee; III 11.14
80	37,0	33,5	582,9	475,8	30,1	8,6	m	2	2	0	0	Ostsee; III 11.14
81	36,0	32,0	571,1	532,0	1,7	5,2	w	0	4	0	0	Ostsee; III 11.14
82	36,5	33,0	473,8	411,5	0,2	8,8	m	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
83	36,5	33,0	501,5	451,0	0,7	4,8	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
84	35,0	30,5	417,9	336,2	56,5	3,5	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
85	36,0	31,5	461,6	417,7	1,0	6,3	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
86	36,0	32,5	542,2	506,0	0,4	4,4	m	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
87	40,0	34,5	604,7	544,2	0,9	6,3	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
88	37,5	33,0	542,1	498,3	1,2	5,2	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
89	36,0	32,0	462,6	425,5	0,9	4,4	w	1	0	0	0	Ostsee; III 11.14
90	36,0	32,0	509,2	410,7	62,9	9,2	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
91	38,0	34,5	521,6	480,3	1,1	5,0	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
92	38,0	34,0	523,7	470,1	0,9	4,3	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
93	35,0	31,0	483,4	439,9	0,9	5,7	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
94	40,0	36,0	658,6	599,5	0,5	8,4	m	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
95	35,0	31,5	436,9	405,2	0,6	7,1	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
96	38,5	33,5	520,3	467,7	18,1	5,4	m	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
97	36,5	32,5	556,6	497,5	0,9	5,4	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
98	32,5	28,0	459,4	413,7	0,7	5,0	w	0	1	0	0	Ostsee; III 11.14
99	36,5	33,0	509,3	458,7	0,4	4,4	m	0	2	0	0	Ostsee; III 11.14
100	38,5	34,0	577,4	536,4	0,2	7,6	m	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
101	37,5	33,0	483,4	423,6	1,1	6,5	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
102	37,0	32,5	609,6	540,9	0,8	8,5	w	17	1	0	0	Ostsee; III 11.14
103	36,5	32,0	747,4	613,6	64,9	11,1	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
104	36,0	32,5	514,0	408,2	44,6	7,2	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14
105	38,0	33,5	629,3	558,0	3,0	8,1	w	0	0	0	0	Ostsee; III 11.14

Tab. 23. Rohdaten der parasitologischen Untersuchung der Hornhechte aus der Ostsee. Angegeben sind die aufgenommenen morphometrischen Daten und die isolierten Parasitenarten.

Morphometrie Fisch							Parasitenfauna									
Fischnummer	Totallänge (in cm)	Standardlänge (in cm)	Totalgewicht (in g)	Schlachtgewicht (in g)	Lebergewicht (in g)	Gonadengewicht (in g)	Geschlecht	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Axine belones</i>	<i>Bothriocephalus scorpii</i>	<i>Proteocephalus</i> sp.	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Contracaecum rudolphii</i>	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Echinorhynchus gadi</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>
1	61,5	57,1	261,3	229,1	42,0	7,6	m	2	0	0	1	0	0	0	2	0
2	49,0	45,9	120,5	102,1	1,9	2,6	m	0	12	0	0	2	0	0	6	1
3	65,7	61,4	314,1	265,5	3,8	21,9	m	0	1	0	0	1	0	0	0	0
4	57,6	53,5	226,9	192,3	3,9	13,8	m	0	4	0	0	0	0	0	1	1
5	60,6	57,1	261,2	227,6	2,1	12,3	m	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	65,2	60,7	294,9	251,8	5,7	14,7	m	0	2	0	0	8	0	0	0	0
7	60,1	56,3	265,0	236,0	3,9	11,2	m	0	4	0	39	0	0	0	1	0
8	60,0	55,8	258,9	214,7	3,7	15,0	m	0	3	0	0	2	0	0	1	0
9	63,3	59,1	232,3	201,1	3,6	8,8	m	0	31	0	0	2	0	0	4	1
10	68,1	63,7	319,4	279,8	4,6	14,6	m	0	2	1	0	5	0	0	4	2
11	69,5	64,5	395,8	330,3	5,9	28,2	m	0	0	0	0	2	0	7	1	0
12	67,7	64,4	341,8	295,4	5,3	14,4	m	0	4	0	0	0	0	0	0	0
13	54,8	51,3	160,4	137,4	2,4	8,8	m	1	4	0	1	0	0	0	0	0
14	72,4	67,3	446,7	387,2	7,7	21,5	m	0	6	0	0	3	0	0	1	0
15	57,0	53,5	255,3	234,1	4,8	1,1	w	0	1	0	0	10	0	0	0	0
16	51,5	49,0	184,2	168,1	3,7	0,2	m	0	12	0	0	0	0	0	0	0
17	58,9	55,3	243,1	224,5	2,8	0,5	m	0	1	0	0	27	0	0	0	0
18	59,8	52,9	237,2	203,6	2,5	13,5	m	0	2	0	0	13	0	0	2	0
19	60,3	56,4	242,5	200,9	3,2	15,0	m	1	15	0	0	1	0	0	1	0
20	63,2	58,9	278,0	239,8	3,3	16,2	m	0	12	0	0	0	0	0	0	0
21	63,0	59,2	317,3	271,9	5,2	18,0	m	0	3	0	0	1	1	0	1	1
22	68,7	64,0	326,4	272,4	3,6	26,0	m	0	0	0	0	17	0	0	0	0
23	59,8	55,8	209,0	173,6	2,7	9,6	m	0	14	0	0	1	0	0	0	0
24	65,8	61,1	301,4	264,7	3,9	14,0	m	0	0	0	0	73	0	0	2	0
25	62,0	58,6	277,9	249,3	3,6	11,3	m	0	33	0	0	2	0	0	1	0
26	67,0	62,8	322,3	270,5	5,3	17,0	m	1	4	0	0	0	0	0	0	0
27	61,2	57,3	246,0	197,7	3,0	17,7	m	0	1	0	0	0	0	0	2	0
28	61,6	57,5	249,7	211,3	3,7	16,6	m	0	1	0	0	0	0	2	1	0
29	66,7	62,5	331,5	287,8	4,6	18,0	m	2	3	0	0	0	0	0	1	0
30	52,8	49,2	172,6	152,8	22,0	9,0	m	1	2	0	0	9	0	0	0	0
31	65,2	61,4	280,6	240,0	3,6	14,5	m	0	0	0	0	13	0	1	3	0
32	62,8	58,0	283,4	233,5	4,7	24,8	m	0	14	0	0	2	0	2	0	0
33	55,8	52,2	193,7	167,8	2,1	11,7	m	0	0	1	0	2	0	0	0	0
34	59,9	55,5	232,1	201,7	3,2	12,3	m	0	0	0	0	6	0	0	3	0
35	63,0	58,5	278,4	244,9	4,7	14,2	m	0	6	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 24. Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft in der westlichen Ostsee. Angegeben sind alle bekannten Nachweise nach Befall bzw. Nicht-Befall der 44 einbezogenen Fischarten.

	<i>Henneguya psorospermica</i>	<i>Myxidium oviforme</i>	<i>Myxobolus gasterostei</i>	<i>Myxobolus platessae</i>	<i>Myxobolus aeglefini</i>	<i>Myxobolus brachialis</i>	<i>Myxobolus dispar</i>	<i>Myxobolus muelleri</i>	<i>Myxobolus oviformis</i>	<i>Myxidium giardi</i>	<i>Myxidium incurvatum</i>	<i>Zschokkella nova</i>	<i>Acanthostomum bathicum</i>	<i>Apatemon annuligerum</i>	<i>Apatemon cobitidis</i>	<i>Apatemon gracilis</i>	<i>Apophallus muehlengi</i>	<i>Aporocotyle simplex</i>	<i>Azygia lucii</i>	<i>Asymphyiodora demeli</i>	<i>Asymphyiodora imitans</i>	<i>Asymphyiodora kubanica</i>	<i>Aphalloides timmi</i>	<i>Apophallus donicus</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Belone belone</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clupea harengus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Esox lucius</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gadus morhua</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perca fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rutilus rutilus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sander lucioperca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 25. Fortsetzung I der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Apophallus muehlingi</i>	<i>Asymphyllodora tincae</i>	<i>Bunocotyle cingulata</i>	<i>Bunodera lucioeperae</i>	<i>Bucephalus polymorphus</i>	<i>Brachyphallus crenatus</i>	<i>Cardiocephalus longicollis</i>	<i>Crowcrocoecum skrabini</i>	<i>Cryptocotyle concauum</i>	<i>Cryptocotyle lingua</i>	<i>Derogenes varicus</i>	<i>Diplostomum baeri</i>	<i>Deropristis inflata</i>	<i>Diplocoyle olrikii</i>	<i>Diplostomum paraspathaceum</i>	<i>Diplostomum spathaceum</i>	<i>Diplostomum volvans</i>	<i>Gymnophallus sp.</i>	<i>Hemiusus communis</i>	<i>Hemiusus luehei</i>	<i>Holostephanus luehei</i>	<i>Ichthyocotylurus platycephalus</i>	<i>Ichthyocotylurus variegatus</i>	<i>Lacunovermis macomae</i>
<i>Abramis brama</i>	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Belone belone</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Clupea harengus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Gadus morhua</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perca fluviatilis</i>	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Rutilus rutilus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Sander lucioperca</i>	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 26. Fortsetzung II der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Lecithaster confusus</i>	<i>Lecithaster gibbosus</i>	<i>Lepidapedon elongatum</i>	<i>Macvicaria alacris</i>	<i>Magnibursatus caudofilament.</i>	<i>Microphallus claviformes</i>	<i>Opechona bacillaris</i>	<i>Palaeorchis incognitus</i>	<i>Phyllodistomum folium</i>	<i>Podocotyle angulata</i>	<i>Podocotyle atomum</i>	<i>Podocotyle reflexa</i>	<i>Posthodiplost. brevicaudatum</i>	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	<i>Proctoeces maculatus</i>	<i>Prosorhynchus crucibulum</i>	<i>Metorchis bilis</i>	<i>Ripidocotyle illense</i>	<i>Sphaerostoma brahmae</i>	<i>Sphaerostoma maius</i>	<i>Stephanoprora pseudoechinata</i>	<i>Stephanostomum pristis</i>	<i>Tetracotyle encephali</i>	<i>Timoniella imbutiforme</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Belone belone</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Clupea harengus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gadus morhua</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
<i>Gasterosteus flavescens</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gobius niger</i>	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
<i>Limanda limanda</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Perca fluviatilis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pomatoschistus pictus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sander lucioperca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tab. 27. Fortsetzung III der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Tylodelphys podicipina</i>	<i>Zoogonoides viviparus</i>	<i>Abothrium gadi</i>	<i>Bothriocephalus claviceps</i>	<i>Bothriocephalus scorpii</i>	<i>Caryophyllaeus laticeps</i>	<i>Diphyllobothrium m dendriticum</i>	<i>Diphyllobothrium m latum</i>	<i>Diphyllobothrium m vogeli</i>	<i>Eubothrium crassum</i>	<i>Eubothrium salvelini</i>	<i>Ligula intestinalis</i>	<i>Proteocephalus sp.</i>	<i>Psychobothrium belones</i>	<i>Schistocephalus pungitii</i>	<i>Schistocephalus solidus</i>	<i>Schistocephalus sp.</i>	<i>Trienophorus nodulosus</i>	<i>Trienophorus tricuspidatus</i>	<i>Anguillicoloides crassus</i>	<i>Anisakis simplex</i>	<i>Ascarophis arctica</i>	<i>Ascarophis morhua</i>	<i>Ascarophis pacificus</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
<i>Belone belone</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clupea harengus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
<i>Gadus morhua</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Lota lota</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perca fluviatilis</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Sander lucioperca</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0

Tab. 28. Fortsetzung IV der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Camallanus truncatus</i>	<i>Capilaria sp.</i>	<i>Contracaecum osculatum</i>	<i>Contracaecum rudolphii</i>	<i>Cosmocephalus obvelatus</i>	<i>Cosmocerca sp.</i>	<i>Cucullamus cirratus</i>	<i>Cucullamus heterochrous</i>	<i>Cucullanellus minutus</i>	<i>Cystidicola farionis</i>	<i>Dichelyne minutus</i>	<i>Eustoma rotundatum</i>	<i>Goezia ascaroides</i>	<i>Hysterothylacium aduncum</i>	<i>Hysterothylacium auctum</i>	<i>Paracuarria sp.</i>	<i>Pseudoterranova decipiens</i>	<i>Raphidascaris acus</i>	<i>Rhabdochona sp.</i>	<i>Acanthocephalus anguillae</i>	<i>Acanthocephalus gracilacanthus</i>	<i>Acanthocephalus lucii</i>	<i>Corynosoma semerme</i>	<i>Corynosoma strumosum</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anguilla anguilla</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0
<i>Belone belone</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clupea harengus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Gadus morhua</i>	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gobius niger</i>	0	1	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Perca fluviatilis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	0	0
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sander lucioperca</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Tab. 29. Fortsetzung V der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Echinorhynchus truttae</i>	<i>Echinorhynchus salmonis</i>	<i>Metechinorhynchus salmonis</i>	<i>Neoechinorhynchus rutili</i>	<i>Polymorphus minutus</i>	<i>Pomphorhynchus laevis</i>	<i>Rhadinorhynchus pristis</i>	<i>Ancyrocephalus paradoxus</i>	<i>Axine belones</i>	<i>Achtheres percarum</i>	<i>Achtheres sandrae</i>	<i>Argulus foliaceus</i>	<i>Caligus elongatus</i>	<i>Caligus lacustris</i>	<i>Caligus minimus</i>	<i>Clavella adunca</i>	<i>Dactylogyrus auriculatus</i>	<i>Dactylogyrus crucifer</i>	<i>Dactylogyrus fallax</i>	<i>Dactylogyrus micracanthus</i>	<i>Dactylogyrus similis</i>	<i>Dactylogyrus sphyryna</i>	<i>Dactylogyrus wunderi</i>	<i>Dactylogyrus sp.</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Belone belone</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Clupea harengus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gadus morhua</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Lota lota</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Perca fluviatilis</i>	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Platichthys flesus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rutilus rutilus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sander lucioperca</i>	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tab. 30. Fortsetzung VI der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	<i>Paradiplozoon rutitii</i>	<i>Gyrodactylus unicopula</i>	<i>Gyrodactylus</i> sp.	<i>Lepeophtheirus pectoralis</i>	<i>Lernaeocera branchialis</i>	<i>Pseudodactylogyrus anguillae</i>	<i>Piscicola geometra</i>	<i>Acanthochochondria cornuta</i>	<i>Ergasilus gibbus</i>	<i>Ergasilus sieboldi</i>	<i>Holobomolochus confusus</i>	<i>Thersitina gasterostei</i>
<i>Abramis brama</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Ammodytes lancea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Anguilla anguilla</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0
<i>Belone belone</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Blicca bjoerkna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Clupea harengus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Coregonus lavaretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cyclopterus lumpus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Esox lucius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Gadus morhua</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Gasterosteus flavescens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Gobius niger</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leuciscus idus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Limanda limanda</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lota lota</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Merlangius merlangus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nerophis ophidion</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Osmerus eperlanus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Perca fluviatilis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Pholis gunnellus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Platichthys flesus</i>	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0
<i>Pleuronectes platessa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Pomatoschistus microps</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Pomatoschistus minutus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pomatoschistus pictus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pungitius pungitius</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rutilus rutilus</i>	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Salmo salar</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Salmo trutta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sander lucioperca</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Scomber scombrus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scophthalmus maximus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
<i>Scophthalmus rhombus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Spinachia spinachia</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Sprattus sprattus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Syngnathus typhle</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tinca tinca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taurulus bubalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Zoarces viviparus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Tab. 31. Fortsetzung VII der Tabelle 24, Einzelnachweise der Verbundgemeinschaft der westlichen Ostsee.

	Quellen	Habitat	Ernährung	Ordnung	Herkunft
<i>Abramis brama</i>	Kemsies 1987, Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten	Cypriniformes	strikt limnisch
<i>Ammodytes lancea</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Invertebraten	Perciformes	limnisch
<i>Anguilla anguilla</i>	Palm et al. 1999, Wysujack et al. 2014	demersal	Fisch und Vertebraten	Anguillidae	marin
<i>Belone belone</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Fisch	Beloniformes	marin
<i>Blicca bjoerkna</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Cypriniformes	strikt limnisch
<i>Clupea harengus</i>	Giesbrecht 1882; Reimer 1970; Palm et al. 1999, Unger et al. 2014	pelagisch	Invertebraten	Clupeiformes	marin
<i>Coregonus lavaretus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Salmoniformes	limnisch
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten und Fisch	Scorpaeniformes	marin
<i>Esox lucius</i>	Palm et al. 1999	demersal	Fisch und Vertebraten	Esocidae	limnisch
<i>Gadus morhua</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten und Fisch	Gadiformes	marin
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Palm et al. 1999, Zander et al. 2002, Zander 2007	benthopelagisch	Invertebraten und Fisch	Gasterosteiformes	marin
<i>Gasterosteus flavescens</i>	Palm et al. 1999, Josten 2004, Josten et al. 2009	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin
<i>Gobius niger</i>	Palm et al. 1999, Josten et al. 2009	demersal	Invertebraten und Fisch	Perciformes	marin
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Perciformes	marin
<i>Leuciscus idus</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten	Cypriniformes	limnisch
<i>Limanda limanda</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Pleuronectiformes	limnisch
<i>Lota lota</i>	Palm et al. 1999	demersal	Fisch	Gadiformes	limnisch
<i>Merlangius merlangus</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten und Fisch	Gadiformes	marin
<i>Myoxocephalus quadricornis</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Scorpaeniformes	marin
<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Scorpaeniformes	marin
<i>Nerophis ophidion</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Syngnathiformes	marin
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Fisch	Salmoniformes	marin
<i>Osmerus eperlanus</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Invertebraten und Fisch	Osmeriformes	marin
<i>Perca fluviatilis</i>	Kemsies 1987, Palm et al. 1999, Layka 2011	demersal	Fisch	Perciformes	limnisch
<i>Pholis gunnellus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin
<i>Platichthys flesus</i>	Palm et al. 1999, Josten 2009	demersal	Invertebraten und Fisch	Pleuronectiformes	marin
<i>Pleuronectes platessa</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Pleuronectiformes	strikt marin
<i>Pomatoschistus microps</i>	Palm et al. 1999, Zander 2003, Josten et al. 2009	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Palm et al. 1999, Josten et al. 2009	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin
<i>Pomatoschistus pictus</i>	Palm et al. 1999, Josten et al. 2009	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin
<i>Pungitius pungitius</i>	Palm et al. 1999, Josten et al. 2009	benthopelagisch	Invertebraten	Gasterosteiformes	marin
<i>Rutilus rutilus</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Invertebraten	Cypriniformes	limnisch
<i>Salmo salar</i>	Palm et al. 1999	benthopelagisch	Fisch	Salmoniformes	marin
<i>Salmo trutta</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Fisch	Salmoniformes	marin
<i>Sander lucioperca</i>	Palm et al. 1999, Layka 2011	pelagisch	Fisch	Perciformes	limnisch
<i>Scomber scombrus</i>	Palm et al. 1999	pelagisch	Invertebraten und Fisch	Perciformes	strikt marin
<i>Scophthalmus maximus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Pleuronectiformes	marin
<i>Scophthalmus rhombus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Pleuronectiformes	strikt marin
<i>Spinachia spinachia</i>	Palm et al. 1999, Josten et al. 2009	benthopelagisch	Invertebraten	Gasterosteiformes	marin
<i>Sprattus sprattus</i>	Palm et al. 1999, Kleinertz et al. 2012	pelagisch	Invertebraten	Clupeiformes	marin
<i>Syngnathus typhle</i>	Palm et al. 1999, Josten 2004	demersal	Invertebraten	Syngnathiformes	marin
<i>Tinca tinca</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Cypriniformes	strikt limnisch
<i>Taurulus bubalis</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten und Fisch	Scorpaeniformes	marin
<i>Zoarces viviparus</i>	Palm et al. 1999	demersal	Invertebraten	Perciformes	marin

